

# 植被在坡面的不同位置对降雨产沙量影响

游 珍<sup>1,2</sup>, 李占斌<sup>2,3</sup>, 蒋庆丰<sup>1,4</sup>

(1. 南通大学 地理科学学院, 江苏 南通 226007; 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. 西安理工大学, 陕西 西安 710000; 4. 中国科学院 南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

**摘 要:** 植被在坡面的不同位置, 对坡面保持水土的作用是不同的。通过野外人工模拟降雨试验比较了在相同面积条件下, 植被分别分布在坡面上部、中部和下部时, 坡面降雨产沙量的差异。结果显示, 对保土能力来说, 坡下植被 > 坡中植被 > 坡上植被, 而且这种差异在小雨强下更加明显。这充分说明, 坡下部的植被在保护坡面土壤不被流失方面起着举足轻重的作用。因此保护好坡下部的植被可以有效地防止坡面水土流失。

**关键词:** 土壤侵蚀; 土地利用方式; 人工模拟降雨

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2006)06—0028—04

中图分类号: S157.1

## Effect of Vegetation's Position on Slope on Sediment Yield Induced by Rainfall

YOU Zhen<sup>1,2</sup>, LI Zhan-bin<sup>2,3</sup>, JIANG Qing-feng<sup>1,4</sup>

(1. College of Geographical Science, Nantong University, Nantong, Jiangsu 226007, 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, Shaanxi 712100, China;

3. School of Water Resources and Hydrroelectric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710000,

China; 4. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210008, China)

**Abstract:** Vegetation at different slope positions has different roles in soil and water conservation. This paper compares the discrepancies of sediment yield induced by rainfall with vegetation distributed in the upper, middle and lower slopes. Results indicate that vegetation distributed in the lower slope conserves soil better than that in the upper and middle slopes. As rainfall intensity decreases, the discrepancies become more distinct. So, vegetation in the lower slope is very important to soil and water conservation on slopping land. The Loess Plateau is the typical area suffering from severe soil and water loss, on which rainstorm occurs rarely. The rainfall intensity which induces soil erosion is rarely greater than 50 mm/h. Under the condition, vegetation in the lower slope can play an important role. Therefore, we should well protect vegetation in the lower slope to conserve soil. We put forward some suggestions for a better landuse on slopping land.

**Keywords:** vegetation; vegetation position on slope; soil erosion; landuse; simulated rainfall

植被对降雨产沙量的影响已被广泛讨论, 包括树枝截流、树干汇流减少雨滴击溅侵蚀, 枯枝落叶吸收径流减少冲刷, 及树干和枯枝本身的机械阻挡作用等, 可见植被对降雨侵蚀的影响是不可忽视的<sup>[1-5]</sup>。植被除了自身对侵蚀有影响外, 它们还通过与其它因素的组合形成对侵蚀的不同影响。如植被与地貌的组合, 不同植被间的组合等。本文讨论的是植被与坡面不同位置的组合, 即植被在坡面的上部、中部及下部的分布位置对降雨侵蚀产沙的影响。在坡面的不

同部位土壤侵蚀程度不同已被证明。如陈世宝等的研究认为坡面中上部是侵蚀最严重的地带, 坡下部居中, 坡顶和坡脚侵蚀较小<sup>[6]</sup>。王文龙等也认为单位面积与时间产流量排列为谷坡 > 梁峁坡下部 > 梁峁坡中部 > 梁峁坡上部<sup>[7]</sup>。由于植被在坡面的不同位置带来的水保效益不同, 因此改变坡面土地利用的部位有可能改变坡面的侵蚀现状。通过对坡面不同部位植被减沙效益的人工降雨试验研究来比较不同部位植被的保土能力, 最终为坡面土地利用提供参考。

收稿日期: 2005-10-17

修稿日期: 2006-08-29

资助项目: 国家自然科学基金项目“坡面径流侵蚀输沙动力过程试验研究”(40371075); 黄河水利委员会“十五”重大治黄科技项目“大理河流域水土保持生态工程建设的减沙作用研究”(2002SZ08)

作者简介: 游珍(1977—), 女(汉族), 新疆阿克苏人, 博士研究生, 讲师, 主要从事环境演变和土地资源方面的研究。E-mail: youzhen1@tom.com。

### 1 试验材料与方法

试验地选在宁夏固原上黄村内一个荒芜 20 a 余的荒草坡, 选取 3 个坡度和植被基本一致的小区, 小区面积为 1 m × 4 m, 两侧用薄钢板隔离。坡面坡度 15 左右, 土壤为黄绵土。降雨器采用下喷式, 距地面 3.2 m。雨强分别采用 60 mm/h, 90 mm/h 和 120 mm/h 这 3 种。降雨历时 30 min, 前 10 min 每 1 min 接取 1 次样品, 后 20 min 每 2 min 接取 1 次样品, 用置换法测量并计算泥沙量。每场雨时间间隔为 10 h。由于一般认为植被的临界面积在 50% 以上<sup>[18-14]</sup>, 因此为了表现出较明显的差异, 我们选取 40% 的植被面积作为统一的植被总面积, 即 3 个坡面分别在坡上、坡中和坡下留取 40% 的植被面积, 其余的植被均被贴地面割去, 同时破坏地表结皮, 冲去表层浮土以

及由于破坏结皮引起的地表泥沙, 并充分晾晒。由于 3 个坡面在地貌形态上仍有微弱差异, 为消除坡面地貌带来的产沙量的差异, 我们在做完坡上、坡中和坡下的实验后, 将 3 个坡面的植被全部割去, 再分别进行 3 场不同雨强的降雨试验用于对比。

### 2 试验结果与分析

为准确反映植被的作用, 并消除坡面本身的影响, 我们用植被全部割去的各坡面产沙量减去各坡面所对应的坡上、坡中和坡下的产沙量, 它们的差值就是植被所起的作用, 即植被的减沙量。图 1—3 是植被在坡面不同位置时, 各雨强下减沙量的比较图, 图 4 为它们的均值。图 5—7 是在不同雨强下, 植被分别处在坡面不同位置时减沙量的比较图, 图 8 是它们的均值。

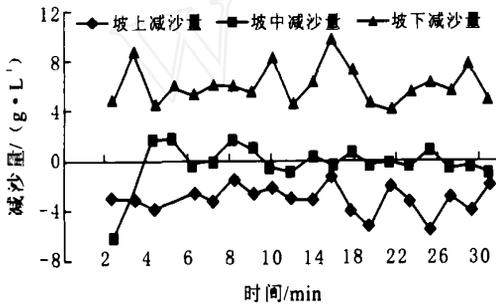


图 1 60 mm/h 雨强下植被在坡面各位置减沙量的比较

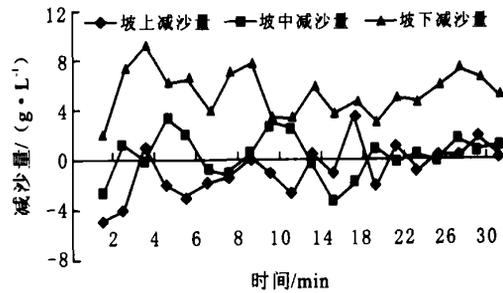


图 2 90 mm/h 雨强下植被在坡面各位置减沙量的比较

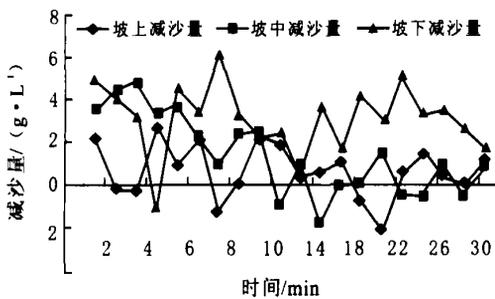


图 3 120 mm/h 雨强下植被在坡面各位置减沙量的比较

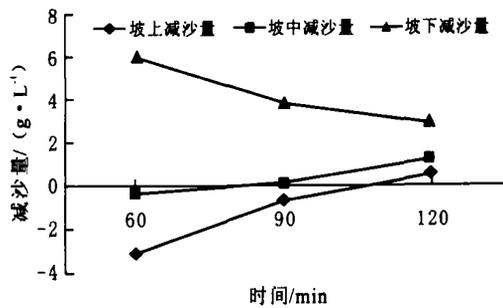


图 4 坡面植被在不同位置处平均减沙量随雨强的变化

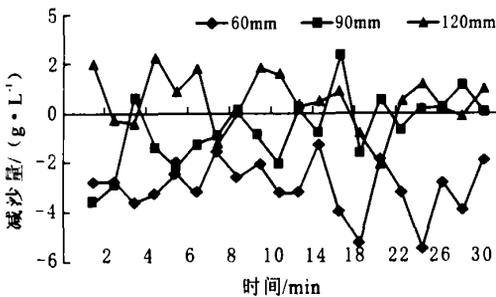


图 5 坡上植被在各雨强下的减沙量

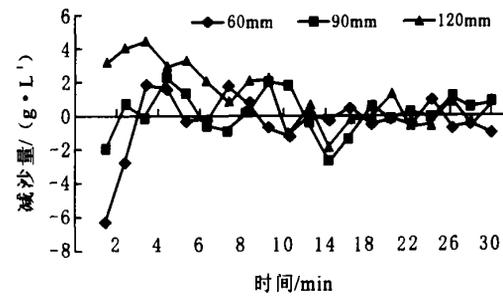


图 6 坡中植被在各雨强下的减沙量

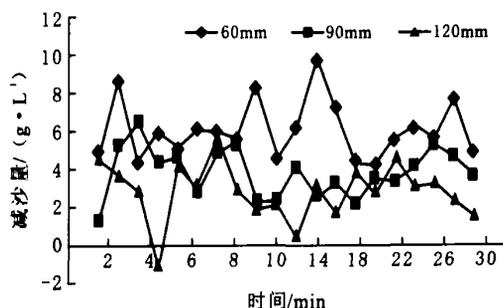


图 7 坡下植被在各雨强下的减沙量

(1) 在 3 种雨强下,坡下植被的减沙量明显高于坡中和坡上,雨强越小,高出的部分就越多。而坡中的植被减沙量也略高于坡上植被,这种趋势同样是雨强越小越明显。

(2) 坡中和坡下植被在 3 种雨强下都出现了明显的负值。负值的出现说明植被在这种情况下起的作用很小以至于当植被被全部割去后,增加的雨滴的打击力和径流的冲击力不足以破坏新的地表结构,因此产沙量反而变小了。从图中可以看出雨强越小负值越多,说明雨强越小,坡中和坡下植被所导致的减沙量越小。

(3) 从图 4 的平均减沙量看,坡上、坡中和坡下 3 种植物分布对减沙量的影响随雨强的增加而减少,但减沙量始终保持着坡下 > 坡中 > 坡下的状态。

(4) 从图 5—7 可以看出,对于坡上植被,雨强越大减沙量越大;对于坡下植被,雨强越小减沙量越大;而对于坡中植被雨强的差异带来的减沙量的变化并不明显。

(5) 从图 8 的平均减沙量可以看出,在 60 mm/h 的雨强下,植被在坡面的位置对减沙量影响很大,植被在坡下所导致的减沙量远大于植被在坡上所导致的减沙量。而在 90 mm/h 和 120 mm/h 雨强下虽然也有类似的趋势,但雨强越大,这种趋势越平缓。

### 3 结论

(1) 坡下植被的减沙作用明显强于坡中和坡上植被。坡下部的植被不但通过自身机械作用阻挡泥沙流失外,还可以通过泥沙沉积改变坡面地貌形态,减缓坡度,从而减少土壤侵蚀。因此对于坡地土地资源的开发和利用应遵循先坡上后坡下的原则。但是由于坡底的土地容易利用,而且坡底水分和养分比坡上充足,因此目前许多坡地的利用是从坡底开始,这样极不利于对坡地土壤的保护。为了有效解决这个问题可以从以下几个方面入手: 在坡面下部修建梯田。梯田是一种工程水保措施,是一种较为稳定

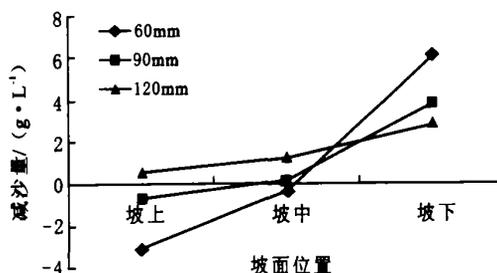


图 8 不同雨强下平均减沙量随坡面位置的变化

的,长期的保持水土的方式。它不但利用了坡下部的土地,还保护了坡面的土壤; 在坡底种植等高植物篱。等高植物篱是一种生物水保措施,它代价低,种植方便,还能带来经济效益; 将坡下一定面积的土地作为退耕地,种植多年生灌木和草本。退耕还林还草是一种政策措施,带有一定的强制性。目前的退耕地多选在坡顶和坡上部一些利用不方便的土地,这样虽然可以保证发挥一定的水保作用和社会效益,但生态效益不高,因此对于一些土地压力不大,土壤易流失的地方来说,将坡下部土地作为退耕地是保护坡面土壤不流失的主要途径之一。

(2) 雨强越小,坡底植被的减沙量相对于坡中和坡下来说就越大。一般说来只有在年降雨量中等的地方,不但降雨的侵蚀能力较强,且植被覆盖又达不到抵御侵蚀作用的程度,所以最严重的侵蚀通常出现在这些地区<sup>[15]</sup>。黄土高原年降雨量 200 ~ 700 mm,非常有利于土壤侵蚀的发生<sup>[16]</sup>。在黄土高原引起产流的主要降雨类型为短历时局地雷暴雨,这类暴雨产流发生前的降雨量只有 2 ~ 4 mm,引起产流的 5 min 降雨强度为 21.6 ~ 33 mm/h,在产流中的降雨量一般占次降雨量的 80% 以上,产流停止后的降雨量一般也只有 2 ~ 3 mm<sup>[17]</sup>。可以看出在黄土高原这样的水土流失典型区域,尽管土壤侵蚀严重,但引起水土流失的降雨强度很小,因此植被在坡面的位置就显得极为重要了。保护坡下部的植被可以起到事半功倍的保护水土的作用,因此保护坡下植被是开发利用黄土高原坡地的前提条件。

(3) 由于试验是在较平整的小区进行,在对实际坡面进行验证时还应考虑到实际情况。尽管坡下部的植被对保护坡面土壤不流失起到重要的作用,但在坡上部一般坡度较陡,且易发生崩塌等剧烈的侵蚀活动,因此保护坡上部的植被也是必要的。在以前的研究中也证明,坡上部的侵蚀比下部剧烈。为了从坡面整体考虑,减少坡面整体的水土流失,最佳的土地利用方式是在保证坡下部一定面积的植被后,从下向上

开始利用坡面土地。这样可以兼顾生态效益、经济效益和社会效益。但坡面土地利用程度应受到一定的限制,除了坡下部保留一定面积的原始植被外,也要保证坡上部较陡部分土地不被利用,保留原有植被。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 崔启武,边履刚,史继德,等.林冠对降水的截流作用[J].林业科学,1980,16(2):141—146.
- [2] Mass man W J. The derivation and validation of a new model for the interception of rainfall by forest[J]. Agric Meteorol,1983,28:261—286.
- [3] 王佑民.我国林冠降水再分配研究综述( ) [J].西北林学院学报,2000,15(3):1—7.
- [4] 郭景唐.华北油松人工林树枝特征函数对干流量影响的研究[A].见:周晓峰主编.中国森林生态系统定位研究[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1994.400—412.
- [5] 游珍,李占斌,蒋庆丰.植被对降雨的再分配分析[J].中国水土保持科学,2003,1(3):102—105.
- [6] 李勇,张建辉,杨俊诚,等.陕北黄土高原陡坡耕地土壤侵蚀变异的空间格局[J].水土保持学报,2000,14(4):18—21.
- [7] 王文龙,雷阿林,李占斌,等.黄土区不同地貌部位径流泥沙空间分布试验研究[J].农业工程学报,2003,19(4):40—43.
- [8] 张华嵩.植被恢复过程与防止水土流失效果的研究[J].林业科学,1989,25(1):40—50.
- [9] 王晗生,刘国彬,王青宁.流域植被整体防蚀作用及景观结构剖析[J].水土保持学报,2000,14(5):73—77.
- [10] Carroll C, Merton L, Burger P. Impact of vegetation cover and slope on runoff, erosion, and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queenlands coalmines[J]. Aust J Soil Res, 2002,38:313—327.
- [11] Hofmann L, Ries R E, Gilly J E. Relationship of runoff and soil loss to ground covers of native and reclaimed grazing land[J]. Agronomy Journal, 1983,75:599—602.
- [12] 张光辉,梁一民.植被盖度对水土保持功效影响的研究综述[J].水土保持研究,1996,3(2):104—110.
- [13] 胡良军,邵明安.论水土流失研究中的植被覆盖度量指标[J].西北林学院学报,2001,16(1):40—43.
- [14] 郭忠升.水土保持林有效覆盖率及其确定方法的研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(3):67—72.
- [15] 王占礼,邵明安,常庆瑞.黄土高原降雨因素对土壤侵蚀的影响[J].西北农业大学学报,1998,26(4):101—105.
- [16] 唐克丽.黄土高原水土流失与土壤退化的研究[J].水土保持通报,1987,7(6):12—18.
- [17] 王万忠,焦菊英,郝小品.黄土高原暴雨空间分布的不均匀性及点面关系[J].水科学进展,1999,10(2):165—169.

(上接第13页)

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 焦菊英,王万忠,李靖,等.黄土高原丘陵沟壑区淤地坝的淤地拦沙效益分析[J].农业工程学报,2003,19(6):302—306.
- [2] 方学敏,万兆惠,匡尚富.黄河中游淤地坝拦沙机理及作用[J].水利学报,1998(10):49—53.
- [3] 胡建军,牛萍,曹炜.浅谈黄河上中游地区水土保持淤地坝工程的作用[J].西北水资源与水工程,2002,13(2):28—31.
- [4] 李敏.淤地坝在黄河中游水土流失防治中的作用[J].人民黄河,2003,25(12):25—27.
- [5] 陕西省水保局陕北淤地坝调查组.1994年陕北地区淤地坝水毁情况调查[J].人民黄河,1995(1):15—18.
- [6] 王允升,王英顺.黄河中游地区1994年暴雨洪水淤地坝水毁情况和拦淤作用调查[J].中国水土保持,1995(8):23—28.
- [7] 黎汝静,刘思忆.关于淤地坝水毁研究的几个问题[J].中国水土保持,1995(12):43—44.
- [8] 方学敏,曾茂林.黄河中游淤地坝坝系相对稳定研究[J].泥沙研究,1996(3):12—20.
- [9] 曾茂林,康玲玲,朱小勇.黄河中游淤地坝坝系相对稳定研究[J].人民黄河,1997(2):29—33.
- [10] 李江风,袁玉江,由希尧.树木年轮水文学研究与应用[M].北京:科学出版社,2000.
- [11] 李占斌.黄土地区小流域次暴雨侵蚀产沙研究[J].西安理工大学学报,1996,12(3):177—183.
- [12] 李占斌,符素华,靳顶.流域降雨侵蚀产沙过程水沙传递关系研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(4):44—49.
- [13] 李占斌,符素华,鲁克新.秃尾河流域暴雨洪水产沙特性的研究[J].水土保持学报,2001,15(2):88—91.
- [14] 张超,杨秉根.计量地理学基础(第2版)[M].北京:高等教育出版社,1993.145—153.
- [15] 谢云,刘宝元,章文波.侵蚀性降雨标准研究[J].水土保持学报,2000,14(4):6—11.
- [16] 魏霞,李占斌,沈冰,等.陕北子洲县典型淤地坝淤积过程和降雨关系的研究[J].农业工程学报,2006,22(9):80—84.
- [17] 黄振平.水文统计[M].天津:河海大学出版社,2003.