

植被过滤带对坡地径流泥沙浓度的影响(译文)

C. A. Robinson, M. Ghaffarzaden, and R. M. Cruse

摘 要 植被过滤带(VFS)在控制来自坡地土壤侵蚀地表径流的输沙量有效性方面,很少有人进行研究和评价。本文以7%和12%坡度小区研究为基础,研究VFS对来自18.3m连续休闲地带泥沙浓度、径流量和土壤流失的影响。同时设计了一个径流收集分流箱设备,来收集VFS不同地段的径流样品。在VFS地段安置一套6个相同的分流箱,在观测期内,共收集13次降雨产流样品。在3.0mVFS处能截留70%的径流泥沙,同时,在9.1mVFS处截留了85%的泥沙。随着VFS宽度的增加,径流中泥沙浓度的变化很小。在所有VFS中,12%坡度与7%坡度小区相比,有较大的径流和土壤流失。VFS能促进径流中水分的入渗,减少径流量和径流中泥沙的含量。

关键词 植被过滤带 坡地径流 泥沙浓度

利用永久植被,例如草皮来控制土壤侵蚀并不是一项新的技术,植被控制土壤侵蚀具有双重作用:①在根际,良好的根系能固持土壤,减少侵蚀易发性;②植物茎秆可减少流水速率,进而减弱径流的挟沙量。这种用于控制土壤侵蚀的方法很少与密植条播作物生产相结合,而是将草皮应用在草地排水沟方面。

减少径流挟沙量的植被过滤带,即永久植被带在防止非点源污染方面,比其它控制土壤侵蚀的技术具有明显的优越性。与大多数土壤侵蚀控制设施相比,VFS的建造投资较少,如果成功,在地理景观的其它位置,很容易重建和移植。VFS既有利于野生动物的居住,也有利于减少地表水的化学污染。根据VFS应用的种类,有些VFS还可作为饲料。

有些研究表明:尽管VFS系统的有效率还没有得到证实,但正确利用VFS,可以减少径流输沙量。VFS持续有效利用能使集流减到最小程度。VFS在农业非点源污染控制方面的应用似乎在经济和实践中有广阔的前景。为了合理有效地利用VFS,需考虑坡度、植被度、种类、条带宽度等对泥沙淤积的影响。本项研究主要探讨休闲带的距离、坡度、降雨量和径流量对VFS拦截泥沙的作用和影响。

1 材料和方法

试验布设在艾奥华东北矿壤土上,坡度为7%和12%,土壤有机质为2%,砂粒77%,粘粒18%,在每一个坡度上,小区与坡向的垂直距离为31m,平行距离为36.6m。在小区上部18.3m处布设一连续休闲带,在气候允许情况下,从4月到8月,每3周耕作一次。在径流到达VFS之前,利用田间中耕机,在这些条带上沿与坡度平行方向进行最后一次耕作,以此来限制和减少径流中泥沙浓度;小区下部(18.3m以下)作为一个过滤带。在过滤带上,雀麦为优势品种,同时生

长着少量的沙打旺和鸭茅草。12%坡度 VFS 的总生物量为 $9\ 900\text{kg}/\text{hm}^2$, 新生量为 $112\text{个}/\text{m}^2$, 而 7%坡度总生物量为 $5\ 900\text{kg}/\text{hm}^2$, 新生量为 $73\text{个}/\text{m}^2$, 另外, 在两种坡度上, 4 月份的新生植被密度比 7 月份大。通过一些调查资料来确定研究区域的位置, 同时安装一些径流收集装置, 并在每个小区放置一些雨量器, 用来记录降雨量。

径流收集器为一 PVC 管子, 直径 20cm, 长度 400cm, $1/3$ 周长被去掉, 作为开口部分, 将管子部分埋于地下, 其开口方向与径流方向垂直, 且面向上坡, 把具有 1.5%坡度的 PVC 管子收集的径流传输到一弯管, 再用另一 PVC 管子传输径流到一系列分流箱, 以便减少径流样本的容量。

分流箱横断面为三角型, 是由 3.2mm 厚、1.2m 长的有机玻璃做成。另将 60cm 长的有机玻璃从下部放进分流箱内, 其目的是将分流箱内的径流一分为二。由于它与分流箱上表面垂直, 当径流经过时, 可将其等分为二, 一半收集在径流器, 另一半传输到另一分流箱。

7%坡度小区径流的收集, 采用一套分流箱为 5 个的系列装置, 每一分流箱内放一 20L 径流器, 在最后放置 200L 径流桶来收集径流。同样, 12%坡度小区径流的收集, 采用一套分流箱为 4 个的系列装置, 每一分流箱内也放一 20L 径流器, 在最好放置 400L 径流桶来收集径流。假定这套装置能收集一次 70mm 降雨产生的径流, 且没有渗漏, 最后的径流桶也没有溢出。如果径流器及径流桶没有封盖, 在计算径流时, 就必需扣除降雨量。

如果所有径流器均未溢出, 我们可以测量第一个径流器中水的深度, 如果所有径流器都溢出, 可以测量径流桶中水的深度。利用测量水的深度可直接求得收集径流的体积, 或者根据深度与体积标定曲线来求得径流器和径流桶中水的体积。另外, 在安装后还要检验分流箱盛水后的准确性。假设每一分流箱均有径流通过, 径流器和径流桶中收集的径流大于 98%, 在检验时, 第一个分流箱的变化为 54%~60%, 第二分流箱的一边变化为 21%~25%, 另一边变化为 16%~21%, 且流速越大, 平均分流效果越好。12%和 7%坡度小区均放置 6 个分流箱装置, 从小区休闲地带边缘开始, 在 0, 3.0, 6.1, 9.1, 12.2, 18.3m 处均安置分流装置。

在休闲地带边缘, 对每次降雨场记录降雨日期、降雨量、降雨强度、径流量、土壤流失量以及与最后一次耕作有关的降雨情况。降雨强度分低、中、高、极 4 个等级。极强度降雨土壤流失量 $>1\ 500\text{kg}/\text{hm}^2$, 径流量 $>500\text{L}$, 低、中、高强度的降雨与土壤流失量和径流量不一致, 选择的低、中强度降雨仅仅是为了对比分析。对径流量多而未溢出的径流器或径流桶, 在充分搅拌后, 取 1L 水样用于泥沙含量分析。当所有径流器没有溢出或倾倒时, 测量径流器和径流桶中的水样, 估算全部径流量, 当有些径流器水样溢出或倾倒时, 测量剩余径流器和径流桶中水样, 同样可用此来估算全部径流量。从 1990 年 8 月到 1991 年 9 月共收集了 13 次降雨产生的径流样品。我们校正了在 VFS 中收集的径流量, 以此来比较在休闲地带降雨所产生的径流, 并以每次降雨收集的径流总量与连续休闲地带的降雨量之比来计算径流平均分布。

取 1L 水样震荡 45min, 然后摇匀, 取 50ml 泥沙水样, 用已知重量的滤纸过滤后, 烘干滤纸和泥沙样品, 称量, 测定单位径流中泥沙含量, 进而计算径流中泥沙浓度、径流分布和不同坡度小区每次降雨产流后的土壤流失量, 然后根据泥沙浓度和径流量, 来计算不同 VFS 宽度的土壤流失量。

2 结果和讨论

在研究期间, 极强度降雨占到 67%(表 1)。降雨强度与降雨量、降雨速率相关, 与低、中强度降雨相比, 高、极强度降雨的降雨量较大。耕作后, 首次降雨强度较大时, 均能产生较大的土壤流失。

由于不同坡度小区有类似趋势,为此着重探讨 12%坡度小区结果,通常 12%坡度小区与 7%坡度小区相比,休闲带土壤流失量较大。径流分布、泥沙浓度在不同 VFS 地带是不相同的,且与土壤流失情况相似。径流量与降雨量的比率随着 VFS 距离的增加而降低,这表明 VFS 能显著增加径流在土壤中的入渗。在 3.0mVFS 处,减少径流最有效,超过 9.1mVFS 变化较小。7%坡度的 VFS 可传输大部分顺坡而下的径流;然而,由于 12%坡度的植被覆盖度较大,在 9.1mVFS 处渗透了大量的降水。

表 1 降雨特征

日 期	降雨量 (mm)	径流量(L)		土壤流失量(kg/hm ²)		降雨 强度	耕 作 后 降雨次数
		7%坡度	12%坡度	7%坡度	12%坡度		
1990-08-24	54	160	390	10	40	高	2
1990-08-25	72	1 070	1 710	3 650	6 540	极	3
1991-04-27	17	15	90	<10	290	高	冬季
1991-04-29	20	160	335	730	1 140	高	冬季
1991-05-05	25	45	185	20	210	中	冬季
1991-05-13	14	15	135	<10	800	高	冬季
1991-05-30	52	1 280	1 550	12 990	26 640	极	2
1991-05-31	18	605	885	3 720	8 630	极	3
1991-06-01	10	30	95	30	220	高	4
1991-06-15	34	40	35	20	<10	低	5
1991-09-11	72	555	800	1 560	17 080	极	1
1991-09-14	16	60	75	20	80	中	2
1991-09-16	42	1 360	1 405	3 740	3 460	极	3

在 5 次极强度降雨下,泥沙浓度随着降雨量和 VFS 宽度而变化。12%坡度在休闲地带,边缘有较大的径流量和泥沙含量,表明在大多数降雨产流情况下,来自 12%坡度小区的土壤流失量大于来自 7%坡度小区。在休闲地带边缘,12%坡度的平均泥沙浓度几乎是 7%坡度的 2 倍。在不同坡度上,5 次极强度降雨产生的土壤流失量占 75%,5 次高强度降雨的占 20%,3 次暴雨的占 65%。8 次暴雨的占 93%。

在所有产流降雨中,径流中泥沙浓度在 3.0mVFS 处显著降低,而超过 9.1mVFS 变化很小。在 7%坡度上,3.0mVFS 处截留了 70%以上的泥沙;12%坡度在此处截留了 80%泥沙。同时,在这两种坡度上,9.1mVFS 处截流 85%泥沙;超过 9.1mVFS 泥沙的减少可能与土壤质地和团聚体大小有关,悬浮液中残留的颗粒可能主要是粘粒和有机质。

VFS 一方面减缓了径流运输能力,增加了泥沙沉积,另一方面促进了降雨入渗,从而减少了径流量。在加速入渗的 VFS 地带,由于植被覆盖,降低了径流速度和保持了比较稳定的土壤结构。尽管 12%坡度的 VFS 比 7%坡度的 VFS 能多截留 4%以上的泥沙,但来自 12%坡度径流中泥沙含量仍较高。

尽管没有足够证据证明:随时间延长,VFS 的截留效应减少,1991 年 9 月最后几场降雨 VFS 的减流效应和其它降雨有相同结果。泥沙在 VFS 的沉积并没有改变草皮过滤带的有效性。植被生长和泥沙累积厚度,在植被生长季节没有监测。如果径流中的泥沙堆积在休闲带边缘,这些项目的测定将是十分重要的。