

陇东黄土高原沟壑区土壤侵蚀 的 ^{137}Cs 法研究

吴永红 寇 权

(黄委会西峰水土保持科学试验站·西峰市·745000)

摘 要 该文通过运用铯-137法对陇东黄土高原沟壑区土壤侵蚀进行研究,定量地分析了塬、坡、沟各土地利用类型的侵蚀及产沙。结果表明:通过生物及工程措施治理后的沟谷其侵蚀量都大大减小,然而塬面侵蚀问题却相对突出,塬面侵蚀量不可忽视。

关键词 黄土高原沟壑区 土壤侵蚀 铯-137法

The Method of ^{137}Cs to Study Soil Erosion in the Loess Gully Area of East Gansu Province

Wu Yonghong Kou Quan

(Xifeng Experimental Station of Soil and Water Conservation,

Water Resources Committee of the Yellow River, Xifeng, Gansu Province, 745000, PRC)

Abstract By using the method of ^{137}Cs to study soil erosion in the loess gully area of east Gansu province, the erosion and sediment yield coming from Yuan, slope and gully are analysed quantitatively. The results show that use the biological and engineering measure to control gullies, the erosion is declined, but on the surface of Yuan, it is relatively sticking out and not be ignored.

keywords: loess gully area; soil erosion; method of ^{137}Cs

1 前 言

董志塬是黄土高原上残存的面积最大、最完整的黄土塬。几千年长期耕作和不断演变的自然环境使得这一块土地变得支离破碎、沟壑纵横、水土流失严重。可以说水土流失问题已经成为该地区人民脱贫致富奔小康的一大障碍。治理水土流失越来越受到人们的重视。早在1952年国家就在该区布站观测,探索治理水土流失的方法并取得了举世瞩目的成就。1992年我们运用铯-137法对该区水土流失进行了较为详细地研究,使我们对该区的水土流失有了一个新的认识,为我们探索水土流失规律和治理途径提供科学依据。

2 铯—¹³⁷Cs 技术

铯—¹³⁷Cs 法作为一种研究土壤侵蚀和水土流失的方法已在世界许多国家得到运用,由于其操作简单,既能进行宏观大尺度研究,又能进行微观研究,因而受到人们的普遍欢迎。世界大陆侵蚀委员会曾把这种方法推荐为至 2000 年以前研究土壤侵蚀最优秀的方法之一。

¹³⁷Cs 是 50~60 年代核试验所产生的一种人工同位素,其半衰期 30.1 年,它随核尘埃进入大气环流,又随降雨降落到地面并立即被土壤胶体颗粒强烈吸附,很难向下淋溶,因而基本分布于表层土壤中。1956~1965 年是核尘埃的主要产出期,1963~1964 年产出量最大,以后产出甚微。因而,¹³⁷Cs 是进行土壤侵蚀及水土流失研究的一种较好的示踪元素。

黄土组成均一,粒度较细,侵蚀无分选,黄土高原是进行¹³⁷Cs 法研究的理想场所。80 年代,张信宝等人对黄土区农耕地和非农耕地侵蚀进行了细致地研究,建立了土壤侵蚀与¹³⁷Cs 含量的关系式,为定量研究黄土高原土壤侵蚀提供了科学依据。^[1]

3 研究区概况

南小河沟是蒲河左岸的一条支沟,流域面积 36.3km²,是西峰水保站的试验基地,流域可分为塬、坡、沟三个地貌单元。塬面地势平坦,坡度较缓,在 0~5℃之间,海拔 1400 m 左右,是当地农作物的主要种植地,塬面面积占流域面积的 43%。“坡”是塬边线以下,沟谷以上的梁、崩坡地,坡度在 10°~20°之间,除少部分难开垦土地外其余均为农地。“沟”是下部接近沟床的部分和沟床的总称,坡度较大,侵蚀最严重,下游沟床已切割至基岩,中、上游沟床在黄土或红土层内。

该区年降雨量 550mm 左右,冬干夏湿,降雨主要集中在 6~9 月,侵蚀常常由几场大暴雨引起,小区观测表明,83.5%的泥沙和 80.2%的径流主要在汛期产生。

4 样品采集与测试

取样区分别选在流域内塬、坡、沟三个地貌单元内。塬面选取两块 100m×100m 样方均匀取样;谷坡部位分别在梯田、坡耕地、天然草坡上用样线法均匀取样;沟谷部分分别在人工林、荒草坡和红土泻溜坡上沿样线取得,每一种土地类型至少沿两条样线取样。共取得 300 多个土样。

取样时用内径 8.4cm 的取样筒垂直打入地面 40cm,取出完整土样,在每一根样线上以 5~10 m 的间距进行取样,这样取得的是土壤全样,分层样用内径 9.5cm 的取样筒垂直打入地面,取出完整土芯按 1cm 间隔分取分层土样。

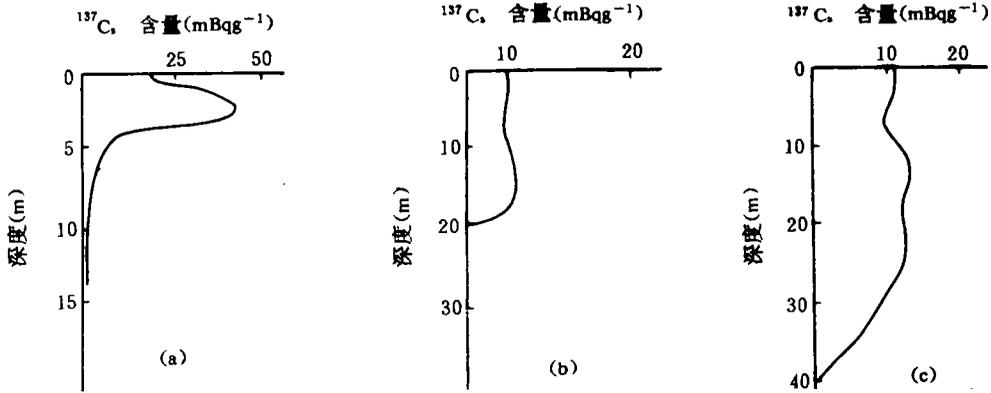
土样经自然风干后研磨过筛(孔径 1.0mm),剔除杂物,称取 300g 样品供测试用,测试时用锶(铯)探测器及多通道分析仪组成的 γ 谱仪,¹³⁷Cs 含量根据 662KeV γ 射线的全峰面积求得。探测时间 2500~5000 s,分析精度±6%。测试结果用单位面积¹³⁷Cs 含量 mBq/cm² 以及¹³⁷Cs 的浓度 mBq/g 表示。

5 ¹³⁷Cs 值与土壤侵蚀

5.1 ¹³⁷Cs 在土壤样品中的含量

分层土样的¹³⁷Cs 值表明:非农耕地土壤中¹³⁷Cs 主要分布在 0~10cm 深的土壤中,向下则

随深度骤减(图 a)。农耕地剖面中¹³⁷Cs 的分布则与非农耕地土壤剖面有所不同,¹³⁷Cs 基本均匀分布在犁耕层深度内(图 b),这主要是由于长期耕作混合造成;农坡地坡脚堆积部位¹³⁷Cs 分布较深,这与堆积的厚度有关,一般在 0~40cm 的深度内(图 c。)



a 非农耕地¹³⁷Cs 在土壤中的分布 b 农耕地¹³⁷Cs 在土壤中的分布 c 农耕地坡脚¹³⁷Cs 在土壤中的分布

附图 ¹³⁷Cs 在土壤中的分布

该区¹³⁷Cs 的背景值比较容易测得,原因是我们仍可在一些天然草坡平坦的顶部及平坦塬面找到基本上未发生侵蚀的样区,测得南小河沟流域¹³⁷Cs 背景值为 267.65Bq/cm²,取得背景值后我们便可分析每个剖面是否有侵蚀与堆积发生。为了避免微地貌对产沙的影响,我们求取各个样线上各剖面¹³⁷Cs 的平均值。表 1 详细反映了各地貌部位各土地利用类型¹³⁷Cs 含量,从它们与当地背景值的比例中可以看出:(1)各土地类型都发生了程度不同的侵蚀,其中以红土泻溜坡侵蚀最为严重,¹³⁷Cs 含量仅为背景值的 2.2%,表层¹³⁷Cs 基本全部侵蚀。同时,与之相对应的林草措施却显示了较明显的拦蓄作用,但仍有相当数量的侵蚀发生。(2)谷坡部分侵蚀与沟谷相比较为轻微,表现为谷坡草地的¹³⁷Cs 含量比沟谷略高,谷坡梯田发挥了巨大的拦沙作用,在梯田内泥沙流失很轻微。(3)塬面侵蚀不可忽视,塬面剖面¹³⁷Cs 含量稍高于坡耕地但却低于治理后的沟坡地。

5.2 土壤侵蚀量的计算

为了定量地说明不同地貌部位及不同土地利用类型的土壤侵蚀,我们须计算各土地利用类型的土壤侵蚀量。

侵蚀无分选农耕地土壤侵蚀量用下式求出:

$$x_N = y_N(1 - \Delta H/H)^{N-1963} \quad (1)$$

式中: x_N ——土壤剖面¹³⁷Cs 的总量(mBqcm⁻²); y_N ——当地¹³⁷Cs 的背景值(mBqcm⁻²); H ——犁耕层厚度(cm) ΔH ——土壤年均流失厚度(cm); N ——取样年份。将塬面及农坡地¹³⁷Cs 含量值分别代入(1)式便可求得各农地年均土壤流

表 1 各地貌部位不同土地利用类型¹³⁷Cs 含量

类 型	¹³⁷ Cs 含量 (cm ²)	占背景值 (%)	坡长 (m)	坡度 (°)
塬面农地 I	196	73		0~20
I	227	85		0~2
谷坡				
农坡地	193	72	45.0	14
草地 I	235	88	23.0	24.1
草地 II	200	75	96.3	38.8
草地 III	215	80	75.0	31.8
梯田	264	99	10.0	0~2
沟谷				
草地 I	221	83	31.4	37
草地 II	195	73	36.5	33.6
林地 I	177	66	38.5	34.8
林地 II	214	80	29.0	43.5
红土泻溜坡	6	2.2	30.0	45

失厚度,取土壤干容重为 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$,则每一块农地的年均侵蚀量便可求得(表 2)。

非农耕地土壤剖面侵蚀量用下式求出:

$$A_h = A \cdot (1 - e^{-\lambda h}) \quad (2)^{[1]}$$

式中: A_h ——土壤剖面中某一深度(h)以上 ^{137}Cs 总量(mBqcm^{-2}); A ——当地 ^{137}Cs 背景值(mBqcm^{-2}); λ —— ^{137}Cs 下渗系数; h ——深度。

将分层样中不同深度 ^{137}Cs 值代入(2)式便可求出当地 ^{137}Cs 下渗系数 λ 值为 0.21。将草地、林地等非农耕地土壤剖面 ^{137}Cs 值代入(2)式便可求得其年均土壤侵蚀量(表 2)。

从表 2 中可以看出:各土地利用类型中红土泻溜坡年侵蚀量最大,其次为谷坡农耕地,塬面农地年侵蚀最较大,达千吨以上。在沟谷部位,治理措施草地及林地显示了巨大的拦沙效益,年均侵蚀模数在 1 000t 以下。尤其是梯田基本不产沙,其年均土壤侵蚀模数仅为 5t,减沙效益为各坡面措施之首。

5 结论与治理探讨

运用铯-137 法对陇东黄土高原沟壑区南小河沟土壤流失进行研究,大致可以得出以下结论:

(1)在各产沙部位中,以往及本次研究都表明裸露的红土泻溜坡侵蚀最大,是沟谷治理的重点。

(2)无论是谷坡,还是沟谷部位的封育荒草坡,其减沙作用与裸坡相比十分明显。林地的减沙效益并不如人们想象的那么巨大,而是存在相当数量的土壤流失,这可能与建林初期林木郁被度低、林下枯枝落叶层薄有关。

(3)塬面土壤侵蚀量不可忽视。塬面土壤侵蚀模数仅稍小于梁峁部位的坡耕地,而其面积却占流域总面积的 43%,因而其产沙量是相当巨大的。长期以来人们只重视沟谷治理,塬面基本没有进行水保治理,塬面涝池、沟头防护也只是为减轻沟坡侵蚀而设置,塬面水土流失并没有从根本上解决。塬面是当地人民粮食的主要种植地,每年随水土流失造成的无形的养分流失是相当巨大的,在当今农业产量不断增长的今天,塬面治理的目标不应再是“水不下沟”而应改为“水不出田”。因而在今后的治理方向上应在沟谷治理的同时加强塬面治理,正确引导当地农民科学种田,结合当地中低产田改造工作大搞塬面农田基本建设,提高粮食单产,使当地人民早日脱贫致富奔小康。

表 2 各地貌部位不同土地利用类型年均土壤侵蚀量计算表

样 区	年均流失厚度 (cm)	年均侵蚀模数 (t/km ²)
塬面		
农地 I	0.16	2320
农地 II	0.08	1160
谷坡		
农坡地	0.17	2465
草地 I	0.02	290
草地 II	0.05	725
草地 III	0.03	435
梯田	0.0005	7
沟谷		
草地 I	0.007	102
草地 II	0.01	145
林地 I	0.07	1015
林地 II	0.04	580
红土泻溜坡	0.62	8990