

黄土高原沟壑区谷坡农地侵蚀 及产沙的 ^{137}Cs 法研究

吴永红 李 倬

(黄委会西峰水土保持科学试验站·甘肃西峰市·745000)

张信宝 汪阳春

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所·四川成都市·610041)
水利部

提 要

该文通过运用铯-137法对黄土高原沟壑区陇东南小河口老谷坡农耕地侵蚀进行研究,定量地分析了其侵蚀及产沙。结果表明:在老谷坡农地内其土壤侵蚀量很大,但其输移率却很低,即其真正流失量较小,存在大量地内堆积。通过修建梯田,可使其流失量大大减小,梯田较坡耕地拦沙效益高出96.5%。

关键词: 黄土高原沟壑区 谷坡农地 土壤侵蚀 铯-137法

Study on ^{137}Cs Method Used in Soil Erosion and Sediment Delivery on Sloping Fields in Gully Area on Loessal Plateau

Wu Yonghong Li Zhuo

(Xifeng Soil and Water Conservation Experimental Station, the Committee
of Yellow River Water Conservancy, Gansu, Xifeng, 745000)

Zhang Xinbao Wang Yangchun

(Chengdu Institute of Mountain Land Disaster and Environment, Academia
Sinica and Ministry of Water Resources Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract

Cesium-137 was used to study soil erosion and sediment delivery on old sloping fields in Nan Xiao He gully of east Gan Su on loess plateau in this paper. A quantitative analysis was made to test the soil erosion and sediment delivery. The results shown that the amount of erosion was high but delivery ratio in the slope was low. That is to say, the sediment that really lost from the land was less, so there was large amount deposition in old sloping fields. The soil loss can be reduced by constructing terraces. To compare terrace with the sloping fields, there is 96.5% benefit of reducing sediment.

Key words gully area on loessal plateau sloping fields soil erosion ^{137}Cs method

铯-137 作为研究土壤侵蚀的一种方法,它在时间、空间上都较传统的径流试验有着不可比拟的优越性。由于径流试验场只能观测到小范围内的泥沙流失量,不能反映整个坡面侵蚀与堆积的变化规律,在推求大范围来沙量上也存在着局限性,而且目前的径流场资料由于历史原因大部分都不连续,试验区大小不一致,这样,对径流泥沙计算及水土保持效益的估算都带来了很大影响。而且建场、观测需耗费大量人力、物力。¹³⁷Cs 法则可以避免径流试验场的一些不足之处。

铯-137 是核爆炸产生的一种在全球范围内广泛分布的一种人工放射性同位素,其半衰期为 30.17 年。它是随着降水沉积到表层,并很快被土壤颗粒,特别是被一些细颗粒物强烈吸附,很难向下淋溶和被植物吸收。它的运动主要伴随土壤侵蚀和泥沙输移。1956 至 1965 年是核尘埃的主要产出期。1970 年以后产出量极微。

黄土高原地表物质组成较为均一,粒度较细,侵蚀无分选,是开展¹³⁷Cs 法研究的理想地区。1991 年 5 月,我们对黄土高原沟壑区的陇东南小河沟的坡面农地进行了¹³⁷Cs 法研究。在老谷坡部位的一块老式梯田和坡耕地上沿采样断面用方格网法加密取样。坡耕地顺坡向沿 3 条断面取样。共取得 34 个剖面土样,梯田沿长度方向的 4 个取样断面均匀取得 28 个剖面土样,对其¹³⁷Cs 含量进行测试并加以分析。

一、研究区概况

南小河沟位于黄土高原沟壑区西峰市 10km 处,是泾河支流蒲河的一条支沟,流域面积 36.3 km²,被深厚的黄土层覆盖。黄土层切割达百米以上,流域下游被切穿至基岩,有的沟头已延伸至塬心部位,水土流失十分严重。流域由塬(0~3°)、老谷坡(10~30°)、新谷坡(15~70°)三个地貌单元构成。老谷坡部位由于坡度较为平缓,因而被垦为农地,种植小麦、胡麻等作物,坡度较陡的部位为荒草地。

南小河沟流域年均降水量 556.5mm,其中 6~9 月降水量占全年降水量的 67.5%,年最大降水量 805.2mm(1964 年),年最低降水量 319.8mm(1942 年),其土壤侵蚀主要由几场大暴雨造成。

二、样品采集与测试

取样区选在老谷坡部位的一块坡耕地和一块修建于 50 年代以前的老式梯田上。坡耕地坡度为 14°左右,顶部稍平坦,中上部呈脊形凸起,坡度稍陡,坡脚部位较为平缓。34 个全样沿 3 条平行断面顺坡向取得,样点间距为 5m×5m。梯田坡度为 3°,田面宽 14m,长 30m,没有明显地埂,28 个全样沿长度方向在 4 条相互平行的断面上取得,断面相距 3m,样点间距为 3m×5m。如图 1 所示。剖面分层样分别在梯田和坡地的顶部与底部取得。取样时,用直径 7.5cm 的取样筒垂直打入地面 40~50cm,取出土样,作为

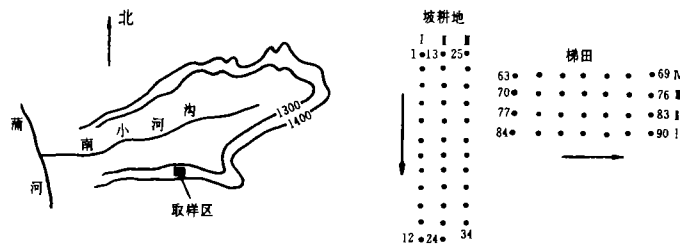


图 1 取样区及样点分布示意图

全样供测试用。分层样由直径为 9.7cm 的取样器垂直打入地面 45cm,取出完整土样,再按 5cm 的间隔分层取样。本底样在该流域一块基本无侵蚀发生的地块上取得。

土样经过自然风干后研磨过筛(孔径 1.0mm),剔除大颗粒物质和草根等杂物,称取 800g 供测试用。测试时用锗(锂)探测器及多通道分析仪组成的 γ 谱仪, ^{137}Cs 含量根据 662KeV ν 射线的全峰面积求得。探测时间 25 000~5 000S,分析精度为 $\pm 6\%$ 。测试结果用单位面积 ^{137}Cs 含量 mBq/cm^2 以及 ^{137}Cs 的浓度 mBq/g 表示。

三、 ^{137}Cs 含量与土壤侵蚀

^{137}Cs 在地表的重新分布可以说明土壤侵蚀的空间变化。我们测得南小河沟流域 ^{137}Cs 背景值为 $267.56\text{mBq}/\text{cm}^2$ 。 ^{137}Cs 含量小于此值的点可认为该处发生了侵蚀,反之,则认为发生了堆积。分层样分析表明: ^{137}Cs 在 0~20cm 的深度内分布基本均匀,侵蚀剖面分布较浅,堆积剖面分布较深,大于 20cm,这主要是由于犁耕翻土使上下土体进行混合,造成 ^{137}Cs 在犁耕层内分布比较均匀。坡耕地和梯田各剖面 ^{137}Cs 总量变化见图 2。

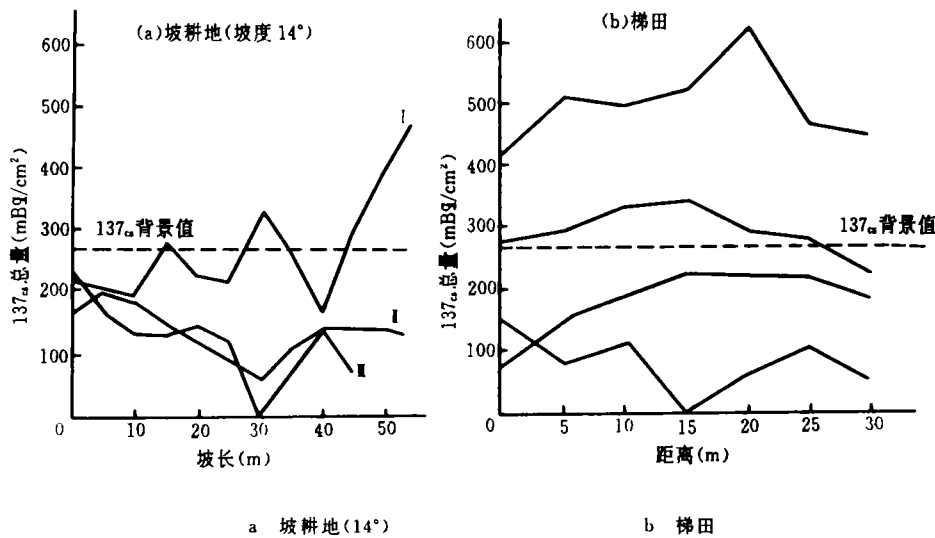


图 2 坡耕地和梯田各剖面 ^{137}Cs 含量分布图

从图 2 看出:

(1)坡耕地 3 个取样断面中各剖面 ^{137}Cs 总量基本都小于背景值,只有断面 I 中个别剖面 ^{137}Cs 含量大于背景值,3 条断面 ^{137}Cs 含量的平均值为 $192.92\text{mBq}/\text{cm}^2$,小于背景值,说明整个坡面侵蚀作用占主导地位,局部位置有堆积发生。

(2)坡耕地的侵蚀并不是随坡长增加而加剧,而是表现为一定的波动性,在坡脚部位其侵蚀有所减轻,甚至还表现为局部堆积。对断面 I 来说,堆积作用略超过其侵蚀作用,尤其是断面下部,即坡脚部位堆积较为明显。对断面 II、III 来说,整个断面侵蚀占主导地位,其中部侵蚀表现最为剧烈。分析其原因,微地貌形态的变化是影响侵蚀的重要因素,地貌上凸起的部位易发生侵蚀。因而,地貌上凸起的部位是遭受侵蚀最强烈的部位。另外,坡面中部由于水流的挟沙力最大,因而侵蚀也最剧烈,下部由于水流挟沙趋于饱和,加之其能量损失最大,因而坡面下部侵蚀较其中部较为微弱,并在一些较为低凹的地方发生堆积。

(3)梯田¹³⁷Cs的分布表现为其下部两断面含量高于背景值,说明梯田下部有堆积现象发生。梯田上部两断面¹³⁷Cs平均值低于背景值,说明上部发生侵蚀。4个断面¹³⁷Cs平均为264.44mBq/cm²,与背景值267.56mBq/cm²相比,其大小相当,说明梯田自50年代以来基本没有土壤流失现象,其减沙作用十分显著。梯田¹³⁷Cs分布的另一特点是¹³⁷Cs呈带状分布,¹³⁷Cs含量从田面上部向下部逐渐增大,其值依次为83.6mBq/cm²、183.16mBq/cm²、293.76mBq/cm²、497.14mBq/cm²,表现为上冲下淤的侵蚀特征。为什么会出现这种现象?分析其原因;主要是由犁耕翻土及下部地埂的滞水作用所造成的。因为梯田地面坡度小,坡长短,因而流水侵蚀比较微弱。而每次犁耕可使上部土体下移近20cm,经过多次翻耕便形成了梯田¹³⁷Cs呈带状分布。

四、土壤侵蚀量与流失量计算

为了说明整个坡面土壤侵蚀与流失的关系,我们说的侵蚀量指的是所有离开原来位置的土体的总量,即土体移动量,这些土体并不一定全部从坡面上流走。计算出这一值可以说明坡面的潜在流失量,当坡面状况变劣时,这些物质就很容易流走。我们说的流失量指的是从坡面上流走进入河道的那一部分物质。

土壤侵蚀量的计算,根据张信宝等建立的农耕地土壤侵蚀量公式(1)求得:

$$X_N = Y_N \cdot (1 - \Delta H/H)^{N-1963} \quad (1)$$

式中: X_N 为侵蚀土壤剖面的¹³⁷Cs总量(mBq/cm²); Y_N 为当地¹³⁷Cs背景值(mBq/cm²);

ΔH 为耕作土壤年平均流失厚度(cm); H 为犁耕层深度(cm); N 为取样年份。

取犁耕层深度为15cm,求得梯田13个侵蚀剖面年均侵蚀厚度为1.52cm,坡耕地24个侵蚀剖面年均侵蚀厚度为0.89cm。取土壤干容重 V 为1.45g/cm³,求得梯田断面上侵蚀点的年均侵蚀模数为19258t/km²,坡耕地侵蚀模数为12905t/km²。然而,这些被侵蚀掉的物质并没有全部从地内流走,而是有相当一部分又堆积下来,这在图2中可看出。如果将侵蚀剖面和堆积剖面的¹³⁷Cs含量值取平均数,再代入(1)式便可算出整个坡面的侵蚀量,即真正的流失量。梯田和坡耕地各剖面¹³⁷Cs总量的平均值分别为264.44mBq/cm²与189.47mBq/cm²,根据式(1)算得梯田和坡耕地的年均侵蚀模数分别为91.3t/km²和2664t/km²。二者相比可看出,梯田较坡耕地减沙效益高出96.6%。

五、结 论

1. 坡耕地的侵蚀并不是简单地随坡长的增加而增强,其中微地貌形态的差异起很大作用,整个坡面存在侵蚀和堆积两种现象,其侵蚀量除水土流失机理等原因外,也不可避免的存在着由于耕作造成的土壤下移量。

2. 在谷坡农耕地内土壤侵蚀量很大,可达万t以上,但其真正流失量与侵蚀量相比却较低,即输移率较小,因而存在着大量地内堆积。通过修建梯田可使其流失量大大减小。40多年来,在各种暴雨情况下,梯田较坡耕地减沙效益仍高出96.6%。

3. 由于坡耕地内侵蚀和堆积两种现象共存,因而可以设想,不采用修建梯田等较大的坡改梯工程,而仅靠作物或修建一些田埂,缩短其坡长,减小水流速度,使泥沙沉积,从而收到投资少,见效快的减沙效果。

参 考 文 献

- [1] 张信宝等. 黄土高原小流域泥沙来源的¹³⁷Cs法研究.《科学通报》,1989年,第3期
- [2] 汪阳春等. 黄土坡地侵蚀的¹³⁷Cs法研究.《水土保持通报》,1991年,第3期