

黄土峁坡侵蚀的 ^{137}Cs 法研究*

汪阳春 张信宝 李少龙

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所·四川成都)
水利部

赵庆昌 蒋锦江 张一云 严美琼 吴丽萍

(四川大学·成都市)

提 要

本文运用 ^{137}Cs 法,对陕北峁坡耕地的土壤侵蚀与泥沙运移进行了研究,定量地分析了峁坡侵蚀的特征,指出峁坡侵蚀存在由上往下呈强烈、减弱,再强烈、再减弱的波动。并利用非农耕地和农耕地土壤侵蚀公式,计算了峁顶非农耕地自1963年以来的侵蚀模数为 $1\ 068\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$;农耕地的侵蚀模数为 $4\ 059\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。并与径流试验场实测的梁峁坡耕地侵蚀模数进行了对比分析。

关键词: ^{137}Cs 背景值 侵蚀模数

A Study on ^{137}Cs method Used in Controlling Erosion on the Loess Mao (round Loess mound) and Slopes

Wang Yangchun Zhang xinbao Li Shaolong

(Chendu Institute of Mountain Land Disaster and Environment,
Academia Sinica, and the Ministry of Water Conservancy,)

Chengdu, Sichuan

Zhao Qingchang Jiang Jinjiang Zhang Yiyun Yan Meiqiong

Wu Liping

(Sichuan University, Chendu, Sichuan)

Abstract

^{137}Cs method was used to study soil erosion and sediment transportation in the farmlands on Mao (round loess mound) and slopes in North Shaanxi in this paper. A quantitative analysis was made of the erosion properties on Mao and slopes. The results indicated that erosion on Mao and slopes appeared to fluctuate very strongly, weakly, and very strongly again, and then weakly from the ups to the downs. Also, erosion equation for non-agricultural lands and agricultural lands has been used to calculate the modulus of erosion in non-agricultural lands on the Mao top since 1963, being $1\ 068\ \text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$, while the modulus of erosion in agricultural lands is $4059\ \text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$. Also, a comparative analysis was made of actual determined modulus of erosion of sloping farmlands in the runoff experimental fields on Liang (elongated loess mound), Mao and slopes.

key words: ^{137}Cs background value modulus of erosion

* 中科院西安黄土室与国家自然科学基金支持项目

放射性核尘埃 ^{137}Cs 降落到地表后,被表层土壤的胶体颗粒牢固地吸附。 ^{137}Cs 主要结合土壤颗粒的物理运动而运动。1956~1965年是核尘埃的主要产出期,其中以1963~1964年浓度最大,1970年以后产出的核尘埃量极微。 ^{137}Cs 的半衰期为30.1年,是研究土壤侵蚀和泥沙运移的一种较好的人工同位素。

由于黄土土壤组成均一,粒度较细,侵蚀无分选性,因而在山西省离石县羊道沟运用 ^{137}Cs 法研究土壤侵蚀和泥沙来源取得了较好的成果。

1989年7月,我们在陕西黄河水利委员会绥德水保站未治理的桥沟观测小流域的崩坡上,开展了崩坡侵蚀的 ^{137}Cs 法研究。在一个典型的崩坡坡面上,布置了三条取样纵断面,取集了12个农耕地土壤剖面,另有一个崩顶非农耕地土壤剖面,共78个土样,并进行 ^{137}Cs 含量测定。本文给出测定结果,根据土壤剖面的 ^{137}Cs 含量,讨论了微地貌对崩坡耕地侵蚀的影响,推算了崩顶非农耕地和崩坡农耕地的侵蚀强度。

一、样品采集与测试

桥沟为无定河支流裴家崩沟右岸的一条支沟,距绥德水保站约3 km。流域面积 0.488km^2 ,平均海拔940m。该流域可分为梁崩和沟谷两个地貌单元,两者面积接近。崩边线以上的梁崩坡度较缓, $0^\circ\sim 25^\circ$;以下的沟坡坡度较陡,大于 25° 。流域内梁崩顶部浑圆,无平坦台地。地面物质组成为马兰期粉质壤土,除少部分崩顶为坟地外,流域内梁崩坡已开垦为旱作农耕地,农作物主要为小麦和玉米。

当地年平均降水量为524.7mm,7~9月降雨占全年降水量的64.6%。夏季暴雨引起的面蚀和细沟侵蚀是梁崩坡耕地的主要侵蚀方式。冬季和春季的风蚀也很强烈。流域内设有全坡径流试验场,于1985年建成并开始观测。

取样区位于流域北端,距全坡径流试验场约80 m。三条取样纵断面布设于一横向上微凸的,坡向朝东的崩坡上(图1)。崩坡全长约80m,崩顶浑圆平缓,坡度为 $0^\circ\sim 10^\circ$,崩顶部分坡长20m;崩顶以下的崩坡的平直坡度为 24° 左右,在崩顶和崩坡转折处常有一明显变陡的陡坡。三条取样断面平行于主坡向,其中断面II位于微凸宽缓的脊部,样点之间距离为15m左右,每条断面有4个样点,另在流域东南的崩顶上取了一个非农耕地土壤剖面。

取样时用内径为9.5cm的圆筒直接打入土层,取出完整土芯,然后按5 cm间隔分取。取样深度为30cm,每个剖面6个土样。

土样经风干后过筛(孔径1.0mm),剔除草根和粗颗粒,取380g供测试。测试时采用美国坎培拉公司生产的4096多道分析器与锗(锂)探测器组成的 γ 谱仪; ^{137}Cs 含量根据661.6keV γ 射线的全峰面积求得。仪器判断限为 0.583Bq/kg ,测量时间为30 000s。

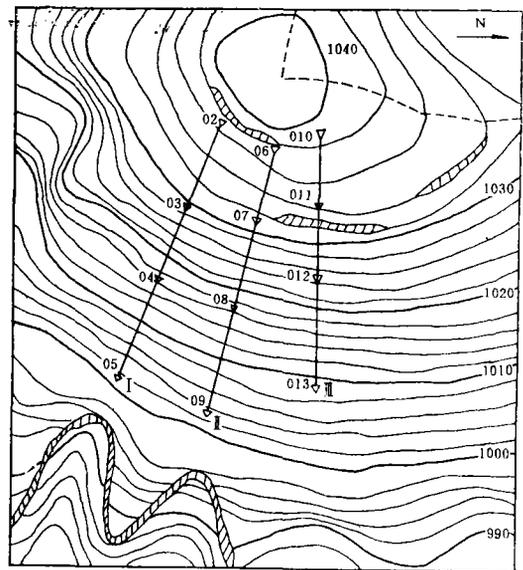


图1 取样点展布图(1:1000)等高距2m

二、结果与讨论

13个土壤剖面的 ^{137}Cs 含量见图(2)。

桥沟流域内很难找到未遭侵蚀和堆积的土壤剖面,无法取得 ^{137}Cs 背景值土壤剖面。我们于

1988年在未明显侵蚀和堆积的绥德和子洲的无定河阶地农田内,取样测得 ^{137}Cs 背景值分别为 $1779.84 \pm 63.54 \text{Bq/m}^2$ 和 $1806 \pm 63.58 \text{Bq/m}^2$;另1987年在山西离石王家沟测得 ^{137}Cs 背景值为 2008Bq/m^2 。由于绥德和子洲样点距桥沟较近,水平距离小于 20km ,取绥德和子洲的 ^{137}Cs 背景值的平均值代表桥沟流域的背景值,扣除 ^{137}Cs 的衰变损失1989年桥沟流域的 ^{137}Cs 背景值为 1739.2Bq/m^2 。

崱顶荒草地土壤剖面(01号表层 $0 \sim 5 \text{cm}$ 的 ^{137}Cs 含量为 1217.05Bq/m^2 ,为背景值的70%。其它12个农耕地土壤剖面中的 ^{137}Cs 基本均匀分布于 $15 \sim 20 \text{cm}$ 犁耕层内,总量变化于 $443.30 \sim 1652.24 \text{Bq/m}^2$ 之间,平均值为 1020.9Bq/m^2 ,为背景值的59%。这表明土壤遭受了相当强烈的侵蚀。

崱坡纵向上土壤剖面的 ^{137}Cs 总量随坡长的变化比较复杂。有的呈逐渐增加的趋势(断面I)。有的呈逐渐增加后突然减少的趋势(断面II、III)。这

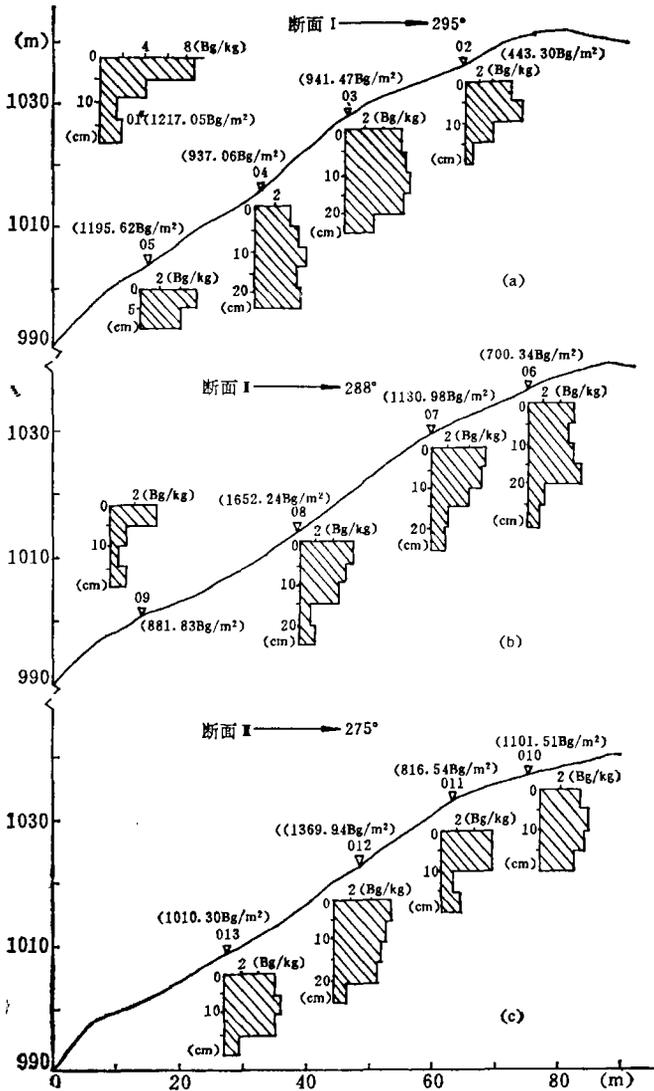


图2 取样断面图(含0.1*剖面)

说明崱坡坡面侵蚀并不简单随坡长的增长而加剧。结合崱坡微地貌的分析,大致有如下规律:

1. 崱顶边缘陡坡下方的土壤剖面的 ^{137}Cs 总量最低,而且含 ^{137}Cs 土层的厚度也薄(断面I, 02°, 断面II 06°, 断面III 012°)。这表明陡坡下方的崱坡侵蚀最剧烈;在表层 $5 \sim 10 \text{cm}$ 的 ^{137}Cs 含量较高的剖面,其 ^{137}Cs 很可能是由于耕作、施肥或其它原因带来。

2. 从崱顶边缘陡坡顺坡向下,土壤剖面的 ^{137}Cs 含量逐渐增高,表明侵蚀逐渐减轻。这反映了坡面水流在陡坡下方能量集中,强烈侵蚀土层后,其挟沙量渐趋饱和,侵蚀能力逐渐降低,甚至有暂时地局部堆积。如距陡坡处 40m 的断面II 08°土壤剖面, ^{137}Cs 总量达 1652.24Bq/m^2 ,虽然略低于背景值,但含 ^{137}Cs 土层厚度达 25cm ,超过一般的犁耕层厚度,说明该处既有侵蚀,

也有堆积。从08°剖面向下到09°剖面, ^{137}Cs 总量又急剧降低至 $881.83\text{Bq}/\text{m}^2$,表明侵蚀又有所加剧。这可能是由于坡面径流挟带的泥沙沉积后,再汇入相邻坡面的径流,使侵蚀能力又有所增强所致。断面Ⅲ在崩顶陡坡以上和以下的土壤剖面的 ^{137}Cs 总量均为顺坡增加的趋势,则反映了崩坡侵蚀的强烈、减弱,再强烈、再减弱的波动。

3. 崩坡横向上土壤剖面的 ^{137}Cs 总量,显然是位于平缓微凸坡脊上的断面Ⅱ最高,4个剖面的平均值为 $1147.0\text{Bq}/\text{m}^2$,断面Ⅰ的平均值为 $895.8\text{Bq}/\text{m}^2$,断面Ⅲ崩顶边缘陡坡以下两个剖面的平均值为 $990.1\text{Bq}/\text{m}^2$ 。这很好地说明了坡脊上侵蚀较两侧轻微。

三、土壤侵蚀量计算

侵蚀无分选的非农耕地1963年以来的侵蚀总厚度可以用下式求得:

$$Ah = A \cdot (1 - e^{-\lambda h}) \quad (1)$$

式中, Ah 为土壤剖面中某一深度(h)以上的 ^{137}Cs 总量(Bq/m^2); A 为 ^{137}Cs 背景值(Bq/m^2); λ 为 ^{137}Cs 下渗系数; h 为深度(cm)。

根据崩顶荒草地土壤剖面的不同深度的 ^{137}Cs 总量,求得 λ 为0.147。将该剖面的 ^{137}Cs 总量和 ^{137}Cs 背景值代入(1)式,得1963年以来的总侵蚀厚度为2.43cm,平均每年0.097cm。取土壤干容重 r 为 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$,得侵蚀模数为 $1068\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

侵蚀无分选的农耕地的土壤侵蚀量用下式求得:

$$X_N = Y_N \cdot \left(1 - \frac{\Delta H}{H}\right)^{N-1963} \quad (2)$$

式中, X_N 为侵蚀土壤剖面的 ^{137}Cs 总量(Bq/m^2); $1/N$ 为 ^{137}Cs 背景值(Bq/m^2); ΔH 为耕作土年平均流失厚度(cm); H 为犁耕层深度(cm); N 为取样年份。

崩坡农耕地12个土壤剖面 ^{137}Cs 总量的平均值为 $1020.9\text{Bq}/\text{m}^2$;取犁耕层深度 H 为17.5cm,求得崩坡农耕地年平均流失厚度为0.369cm。取土壤干容重 r 为 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$,求得土壤的侵蚀模数为 $4059\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

以上求得的崩坡农耕地侵蚀模数值远远小于黄委会绥德水保站给出的韭园沟沟间地侵蚀模数值, $15240\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;略小于山西水保所于1963~1968年在羊道沟梁崩坡径流试验场实测的梁崩坡坡面平均侵蚀模数, $5960\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

我们认为,崩顶非农耕地的侵蚀量,与该地区强烈风蚀密切相关,若结合由径流观测所得的流水侵蚀量,将能够了解该地区的风蚀的强度。山西离石羊道沟的实测值略大于绥德桥沟崩坡农耕地的 ^{137}Cs 法测算值得正常的。因为离石的梁崩顶部有一较宽阔的崩顶平台,(相当于残塬),而羊道沟径流试验场未包括崩顶平台,径流试验场实测值表征的实际上是崩顶平台以下的梁崩坡部分的侵蚀情况,因此侵蚀模数略高。绥德韭园沟沟间地侵蚀模数值是推算而得,推算的方法值得进一步研究。桥沟径流试验场的实测资料将是解决这一问题关键。但目前观测系列较短,运行仅5年,且资料尚未公开。

查明丘一区梁崩坡农耕地的侵蚀模数对该区水土流失防治的正确决策具有重要意义,我们希望能引起学术界和领导部门的重视。

参 考 文 献

- [1] 张信宝等. “ ^{137}Cs 测定梁崩坡农耕地土壤侵蚀初探. 《水土保持通报》, 1988年5期
[2] 张信宝等. “黄土高原小流域泥沙来源的 ^{137}Cs 法研究”. 《科学通报》, 1989年3期