

用 ^{137}Cs 法研究农耕地坡面土壤侵蚀 空间分布特征初报

杨明义 田均良 刘普灵 石 辉

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
(水利部)

摘 要 运用 ^{137}Cs 示踪法和网格点采样法对陕北典型的农耕地坡面的土壤侵蚀空间分布特征进行了研究,发现在坡脊和坡沟,随坡长的增长, ^{137}Cs 含量分布呈增加、减少、再增加的波动趋势,而侧坡则呈相反的波动趋势;并利用新的公式计算了农耕地的侵蚀模数[11 570t/(km²·a)]。

关键词 ^{137}Cs 示踪 网格点采样 侵蚀模数

A Primary Report of Soil Erosion Spatial Variation Feature on Farmland Slope by ^{137}Cs

Yang Mingyi Tian Junliang Liu Puling Shi Hui

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

Abstract The soil erosion spatial variation feature of typical farmland slope was studied in North Shaanxi by ^{137}Cs and grid sampling, the results indicated that the ^{137}Cs amount appeared fluctuation strongly, weakly, and strongly again along incremental slope length on the slope back and gully, but the trend on the slope side appeared inversely; Also, the modulus of erosion in agricultural land was calculated by using a new model, being 11 570t/(km²·a).

Key words ^{137}Cs trace grid sampling modulus of erosion

1 前 言

^{137}Cs 是大气核试验排放到大气中的人工放射性核素,半衰期为30.1年。它随降雨沉降 to 地面,和土壤颗粒中的粘粒及有机质颗粒紧密结合,并在土壤表层聚集,难以被水淋溶,植物吸收也很少,它随土壤颗粒的移动发生再分布,因而是研究土壤侵蚀与沉积、泥沙运移的一种良好的示踪剂。世界上很多国家用它开展了不少研究工作^[1]。

① 收稿日期:1996—09—10 本项目研究部分得到国家自然科学基金资助。

1996年6月,我们在安塞县纸坊沟的一条支沟,通过采集典型的农耕地坡面表层样,利用¹³⁷Cs 示踪技术,探讨农耕地坡面较详细的土壤侵蚀空间分布特征。

2 流域概况

采样区地处陕北黄土丘陵沟壑区,距安塞县城约20km 的纸坊沟的一条支沟——麦地沟,该沟位于寺腰峁行政村南约1km 处,海拔高度从1 218~1 305m,流域面积约0.17km²,可分为梁峁沟谷两个地貌单元。较平坦的峁顶修有梯田,坡度0~5°,约有30多年的历史。峁坡和梁坡已全部开垦为农地,主要种植谷子、大豆,有的农地也零星种有果树。沟谷一侧的沟坡上生长有茂盛的刺槐林,种植有15年的历史,而另一侧的沟坡则为裸地。小流域土壤主要为黄绵土,颗粒较细,侵蚀无分选性。

3 样品采集与测试

陕北坡耕地很少有平坦的坡面,多为凹凸起伏的瓦背状。我们选择的农耕地块,包含有2个凸坡,2个凹坡,坡顶上是一段近90°的陡坎,高为1~1.5m,陡坎上方修有梯田(约3年历史);坡脚是沟缘线,坡长约为20m。我们在20m×20m 的坡面上。用网格点法,直线距离每5m 设一网格点,减少人为选点的误差。布点如图1所示。

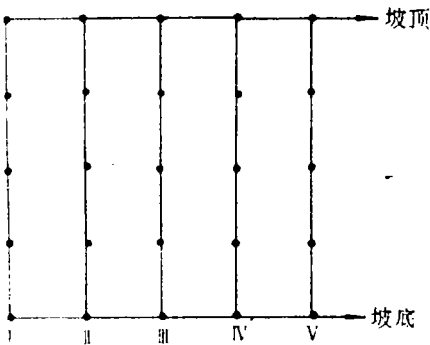


图1 样品采集布点示意图

注:其中纵向方向为顺坡方向,从左至右第 I 和 II 条线上的点分布在凸坡坡背上,第 III 和 V 条线上的点分布在凹坡沟谷上,第 IV 条线上的点分布在侧坡上。

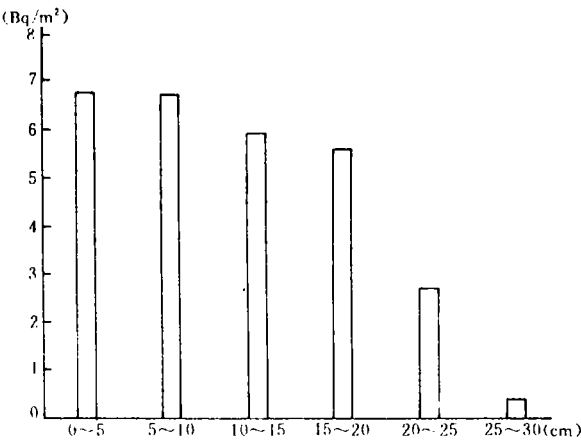


图2 ¹³⁷Cs 剖面分布图

取样时用内径9cm 的土钻直接打入土层,取样深度为25cm,为了减少误差,在每个网格点周围每隔1m 按等边三角形采3个点,混合后即代表网格点的采样。

土壤经风干后磨细,过40目的筛,剔除草根和粗颗粒,取500g 左右供测试。测试用 ORTEC 公司生产的8192道低本底 γ 能谱仪测试;测量时间为28 800s,¹³⁷Cs 含量根据661.6keV γ 射线全峰面积求得。

4 结果分析与讨论

由于采样区所在的小流域有历史悠久的梯田,并经过调查和实地观察,梯田顶部面积较大,无明显的侵蚀和堆积发生,所以我们在梯田中央采样的全剖面¹³⁷Cs含量可以做为该地区的背景值,其¹³⁷Cs剖面分布如图2所示。根据计算和已有的资料比较我们认为该小流域¹³⁷Cs的背景值应为1 900Bq/m²。

表1 25个土壤表层¹³⁷Cs含量表

线	I (Bq/m ²)	II (Bq/m ²)	III (Bq/m ²)	IV (Bq/m ²)	V (Bq/m ²)
1	83.64	449.37	349.52	149.02	287.1
2	0	500.81	85.93	698.3	0
3	282.92	1056.45	0	26.53	887.5
4	111.28	422.84	797	1372.4	145.8
5	1395.4	1279.53	1011	1471.6	1214.2

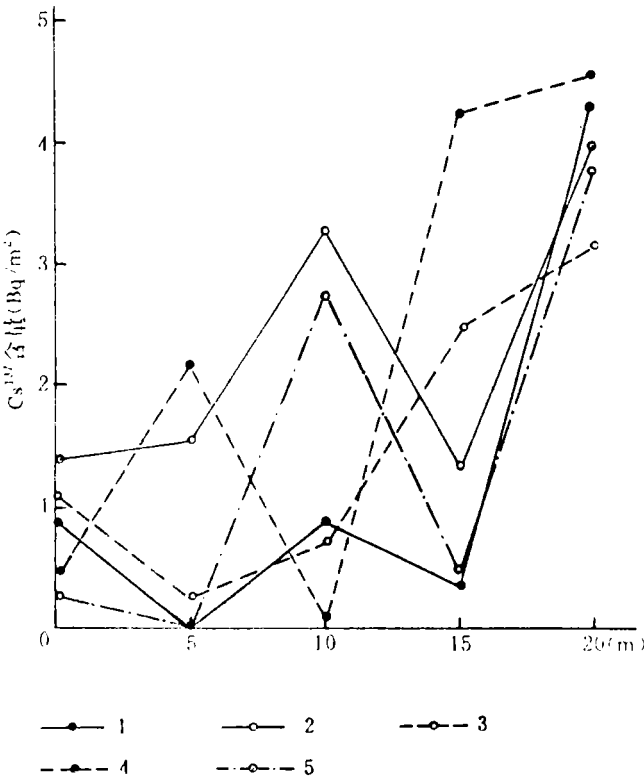


图3 顺坡方向¹³⁷Cs含量的变化图

从图上可以看出,¹³⁷Cs含量主要集中在0~25cm,在0~20cm的深度基本分布均匀。

根据表1,绘制了顺坡方向¹³⁷Cs含量变化图,如图3所示:从图中,我们可以得出如下大致的规律:

(1)农耕地纵坡方向上,¹³⁷Cs含量随坡长的变化呈明显的波动趋势,其中坡脊和坡沟的¹³⁷Cs含量随坡长的增长,呈现增加、减少、增加的趋势(I、II、III、IV、V线)这种趋势与汪阳春等^[2]得出的结论完全一致,而侧坡的趋势则为减小、增加、减小的趋势(IV线),到沟缘线附近¹³⁷Cs含量都明显增加。

其中第III线和第IV线在距坡顶10m后变化趋于一致,这主要是因为坡面较平坦,瓦背状变化不明显所致。

汪阳春等^[2]认为坡顶陡坡下侵蚀最为剧烈,而图3所示,坡顶¹³⁷Cs含量要高于距5m处的,这可能是由于陡坡上方来水携带的¹³⁷Cs由于犁耕田埂的阻挡作用发生了部分的粘挂所致。

侧坡的变化趋势(Ⅳ线)与其他几条线不同,一方面可能由于坡度的变化影响,如图4;另一方面也不排除确实存在与坡脊和坡沟相比而言的侵蚀滞后效应,由于采样只有一条线,故这个问题尚待进一步研究。以上的坡面 ^{137}Cs 起伏变化除了土壤侵蚀的原因以外,也可能来自犁耕作用,由于犁耕的不断扰动、运移,也可能造成 ^{137}Cs 含量的起伏变化。

(2)沟缘线处点的 ^{137}Cs 含量都明显增加,从 $1\ 011\sim 1\ 471.6\text{Bq}/\text{m}^2$,这说明水流至此,其挟沙量渐趋饱和,加上沟缘线处坡度较缓(平均 13.5°),侵蚀力减弱,乃至有部分沉积发生。

(3)坡度对土壤表层 ^{137}Cs 含量的影响也很

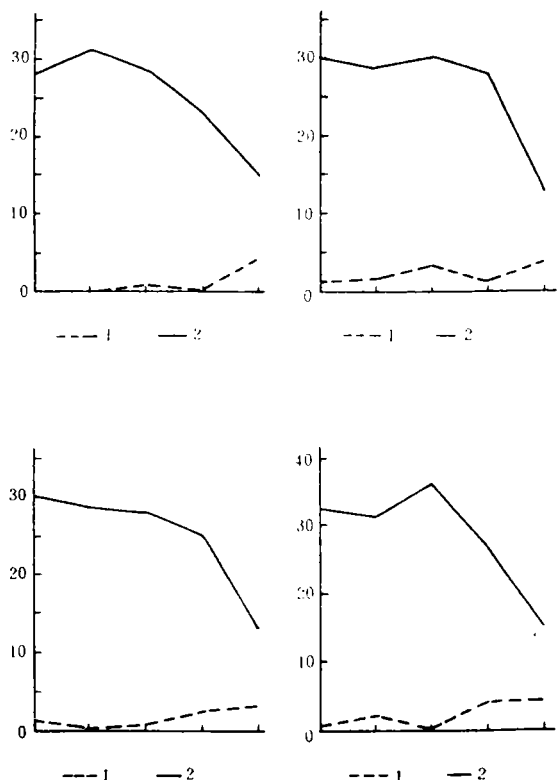


图5 坡度与 ^{137}Cs 含量关系图

Cs 大量尘降期,既有输入,又有流失,而1970年后主要为流失阶段。

根据此公式,农耕地坡面表层 ^{137}Cs 总量的平均值为 $563.32\text{Bq}/\text{m}^2$,取犁耕层深度 H 为 25cm ,求得 $a\% = 3.56\%$,由于 $a = \frac{h}{H}$,求得农耕地坡面平均流失厚度 h 为 0.89cm ,根据当地

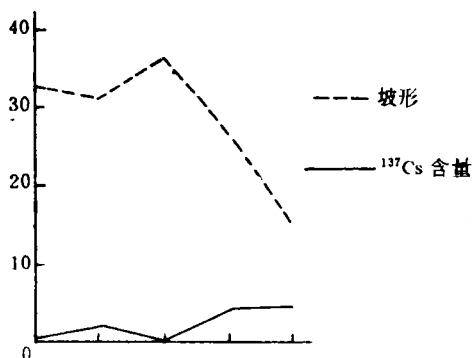


图4 ^{137}Cs 侧坡的变化趋势

大,从图5上各图能观察到坡度与 ^{137}Cs 含量呈明显的负相关关系。

总之,由于微地貌的变化,从而引起农耕地表层土样中 ^{137}Cs 含量呈复杂的变化趋势。

5 土壤侵蚀量的计算

利用 ^{137}Cs 法计算农耕地的公式很多,但都不够完善,1996年,中国科学院、水利部水土保持研究所九六届研究生周维芝提出了一个公式,似更合理,公式为:

$$x_n = \frac{x_0}{15} \cdot (1 - a\%)^{n-70} \cdot \frac{(1 - a\%) - (1 - a\%)^{15}}{1 - (1 - a\%)}$$

式中: X_n ——第 n 年时测得的土壤 ^{137}Cs 含量(Bq/m^2); X_0 —— ^{137}Cs 的输入量(Bq/m^2); $a\%$ ——年平均 ^{137}Cs 流失百分比。

公式有以下几点假设:

(1)平均 ^{137}Cs 流失百分比在某一区域较长时间段内为一定值。

(2)假定1956~1970年这一时段内为 ^{137}Cs

(下转第112页)

- 74 Dutkiewicz, V. A. and Husain, L. Stratospheric and tropospheric components of ^7Be in surface air. J. Geophys. Res. 1985, 90: 5783~5788
- 75 Knaus, R. W. and VanGent, D. L. Accretion and canal impacts in a rapidly subsiding wetland. II. A new soil horizon marker method for measuring recent accretion. Estuaries. 1989, 12(4): 269~283
- 76 Wallbrink, P. J. Fallout of cosmogenic radionuclide ^7Be and its subsequent distribution in the soil profile. Honours Thesis, ANU. Forestry Dep. 1989, 30~89
- 77 田均良, 彭祥林等著. 黄土高原土壤地球化学. 科学出版社, 1994, 169~178
- 78 田均良等. 中国黄土高原土壤元素含量及地域分异规律. 水土保持学报, 1992, 6(1)
- 79 田均良, 周佩华, 刘普灵等. 土壤侵蚀 REE 示踪法研究初报. 水土保持学报, 1992, 6(4): 23~27
- 80 Tian Junliang et. al REE tracer method for studies on soil erosion. Int. J. Sediment. Res. 1994, 9(2)
- 81 陈永宗. 我国土壤侵蚀研究工作的新进展. 中国水土保持, 1989, 9: 7~11

(上接第99页)

实测土壤干容重为 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$, 求得土壤的侵蚀模数为 $11\,570\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$, 略小于陕北黄土区平均侵蚀模数 $14\,000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

从实地测量可知, 整个坡面的平均坡度为 25° , 属陡坡, 侵蚀模数又极大, 属强烈侵蚀区, 所以陡坡开垦造成的危害是巨大的, 应当禁止对陡坡的乱开垦, 植树造林恢复植被。

参考文献

- 1 刘志. ^{137}Cs 法评价不同土地经营管理条件下的土壤面蚀. 环境与生态论丛. 1993: 196~203
- 2 汪阳春, 张信宝, 李少龙等. 黄土崩坡侵蚀的 ^{137}Cs 法研究. 水土保持通报, 1991, 11(3): 34~37