

小流域侵蚀产沙时间分布的模拟试验研究

石 辉 田均良 刘普灵 周佩华

(中国科学院 水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
水 利 部

摘 要 小流域是黄土高原水土流失综合治理的基本单元,研究其侵蚀规律,对于水土保持措施的优化配置,有效地控制水土流失有着十分重要的意义。通过模拟试验,首次将 REE 示踪法引入到小流域侵蚀产沙的时间分布研究。试验结果表明:随小流域沟道的发育,流域侵蚀产沙的数量在逐渐减少;在次降雨过程中,不同部位侵蚀产沙量随时间而变化,变化趋势复杂。

关键词 小流域 时间分布 模拟试验

Study on Temporal Distribution of Erosion Yield in a Small Watershed by Simulation Experiment

Shi Hui Tian Junliang Liu Puling Zhou Peihua

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

Abstract A small watershed is the basic unit of comprehensively controlling soil and water loss in the Loess Plateau. It is very important for designing soil and water conservation measures and preventing soil and water loss to study its erosion regular pattern. The result of experiment showed: With the developing of gullies, there existed a trend that erosive modulus of watershed gradually decreased. During single rainfall, the erosive amount at different landform varied with time, and the changes trend was very complex.

Key words small watershed temporal distribution simulation experiment

小流域是黄土高原水土流失综合治理的基本单元,研究小流域的侵蚀产沙特点,对于有效地控制水土流失有着重要的意义。为了研究小流域的侵蚀产沙特点,了解次降雨下小流域的侵蚀变化过程,我们在研究坡面土壤侵蚀垂直分布的基础上^[1,2],通过模拟试验,首次将 REE 示踪法引入到小流域侵蚀产沙的时间分布研究。

1 试验方法

以黄土高原丘陵沟壑区典型小流域——纸坊沟流域的小范家沟为原型,按1/75的比例尺在中国科学院、水利部水土保持研究所降雨大厅内建立小流域模型,模型流域的投影面积为32.68m²,流域长度9.1m,最大宽度5.8m,流域高差3.15m。根据朱震达的方法^[3],按照径流线

① 收稿日期:1996—09—10

长度的坡沟比例将小流域划分成流域下游、流域中游、流域上游3个部分,每个部分再分成沟(沟缘线以下)和坡(沟缘线以上)两个小部分,即上游坡面和沟道、中游坡面和沟道、下游坡面和沟道,再加溯源侵蚀区共7个部分。在上述7个地貌单元,施放6种示踪元素,即可区分出小流域不同地貌单元的侵蚀产沙分布,其中一部分不施放 REE 元素(CK)。根据黄土高原土壤地球化学的研究成果^[4],选择了在黄土中背景值含量较低,且具有较高检测灵敏度的 La、Ce、Sm、Dy、Eu、Nd 等6种元素作为示踪元素。考虑到试验精度、成本等因素而确定出的元素施放部位为:下游沟道 Ce、坡面 Sm,中游沟道 Nd、坡面 La,上游沟道 Dy、坡面 CK,溯源区 Eu。通过人工降雨,收集侵蚀泥沙过程样品,采用 INAA 分析,研究小流域侵蚀产沙的时间分布。

2 结果分析

2.1 小流域沟道发育与侵蚀量的变化

降雨侵蚀和流域沟道发育互为因果关系,降雨侵蚀加速了流域沟道的发育,而流域沟道的发育反过来又影响了侵蚀产沙的特征。由于我们的实验是在连续降雨的条件下进行的,上次降雨结束,并不恢复原始地貌条件,而在此基础上继续降雨,且每次降雨的累积径流量相似,故可粗略地反映一个小流域沟道的发育演变系列中侵蚀模数的变化趋势。从图1中可以看出,虽然第3、4次降雨的雨强较前两次增加了1倍,但随着流域沟道的发育,小流域的侵蚀模数却逐渐减少,第4次降雨的侵蚀量仅为第1次的65%。

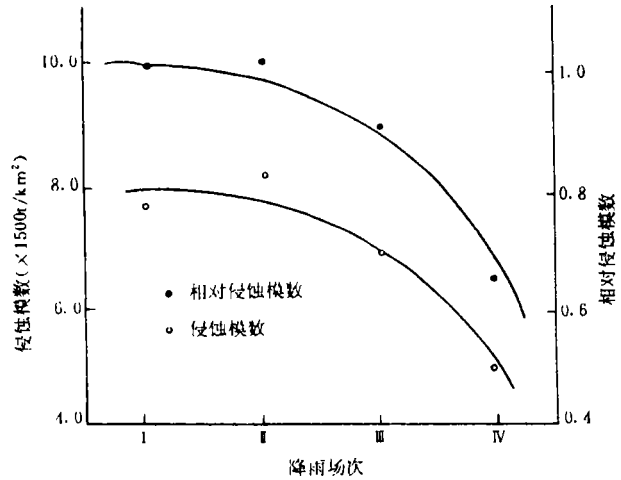


图1 流域的发育与侵蚀模数的关系

2.2 坡面次降雨土壤侵蚀产沙的时间变化

我们实验小流域面积较小,单次降雨产生的泥沙基本上搬运出流域之外,没有沉积,上次降雨对下次降雨的影响较小,故可反映出次降雨下的侵蚀产沙状况。在次降雨中,坡面相对侵蚀量随降雨历时的动态变化关系见图2。从图2中可以看出,不同坡面区域有着截然不同的变化趋势。单个区域的相对侵蚀量均小于40%。在每次降雨中,上游坡面 CK 区相对侵蚀量总是首先下降,然后开始回升,而其余各区的相对侵蚀量是缓慢波动式上升,以离沟口最近的下游坡面 Sm 区为例说明各区域相对侵蚀量的动态变化。在第1场降雨之中,Sm 区的相对侵蚀量随降雨历时波动上升,最后接近8%;在第2场降雨中,开始是缓慢上升,到达总降雨历时的一半时间后开始急剧上升,最后达到17%;而第3次降雨先波动式上升,达到27%后开始下降,第4次降雨基本上是以15%为中心呈波动式下降。在前3次降雨中,反映出在瞬时径流量达到平衡以前,坡面各部位的侵蚀量呈现出增大的趋势,这可能由于降雨历时的增加,降雨和径流的剥离作用增强,致使侵蚀作用增强;而在这之后,侵蚀过程变得复杂。在第4次降雨中,由于增加了径流量,使坡面侵蚀量显著增大,但整个变化趋势更加复杂。为了扣除面积不同的影响因素,同时研究了相对侵蚀模数的动态变化(图3),也表现出相同的趋势。

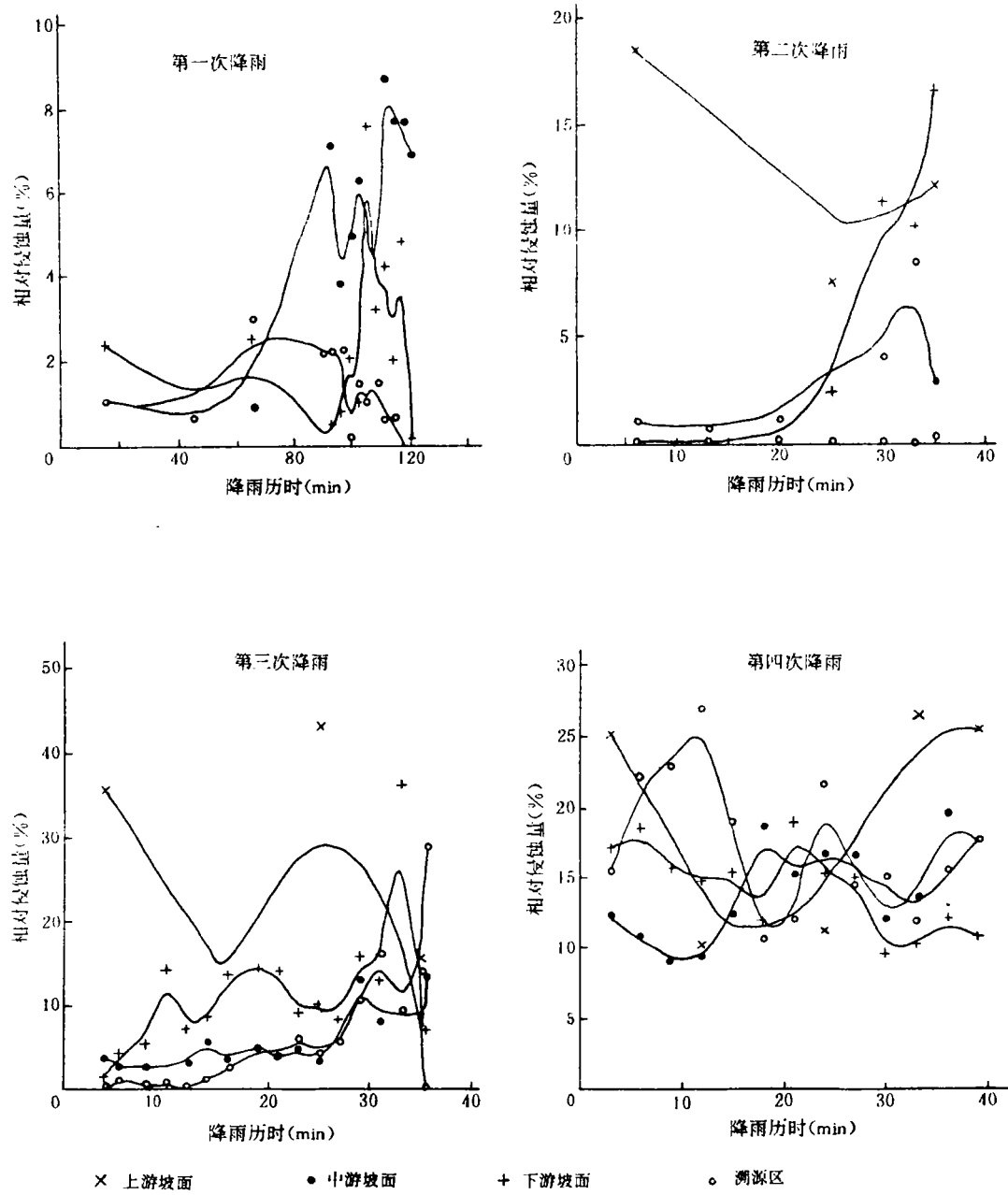


图2 坡面相对侵蚀量的动态变化

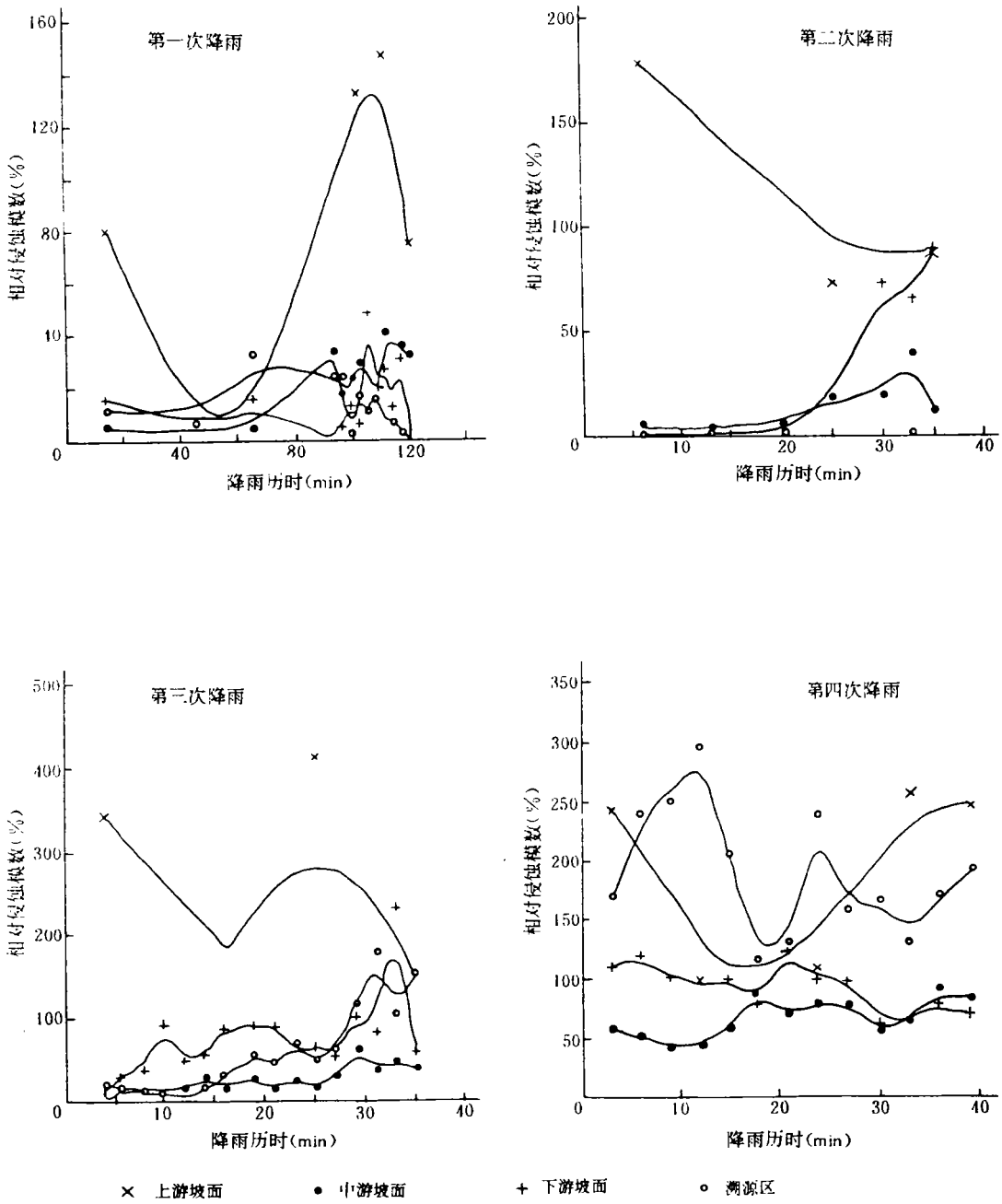


图3 坡面相对侵蚀模数的动态变化

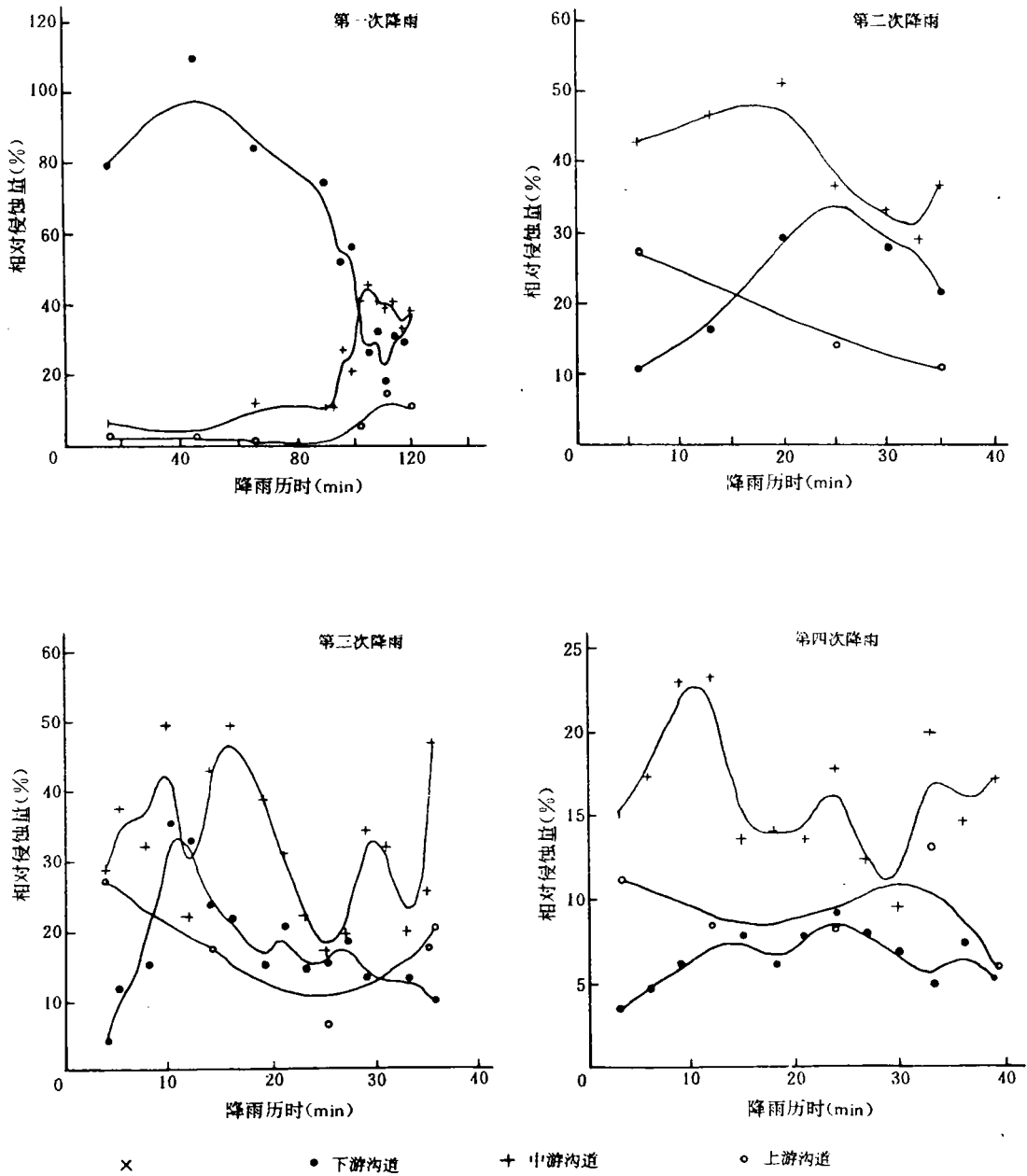


图4 沟道相对侵蚀量的动态变化

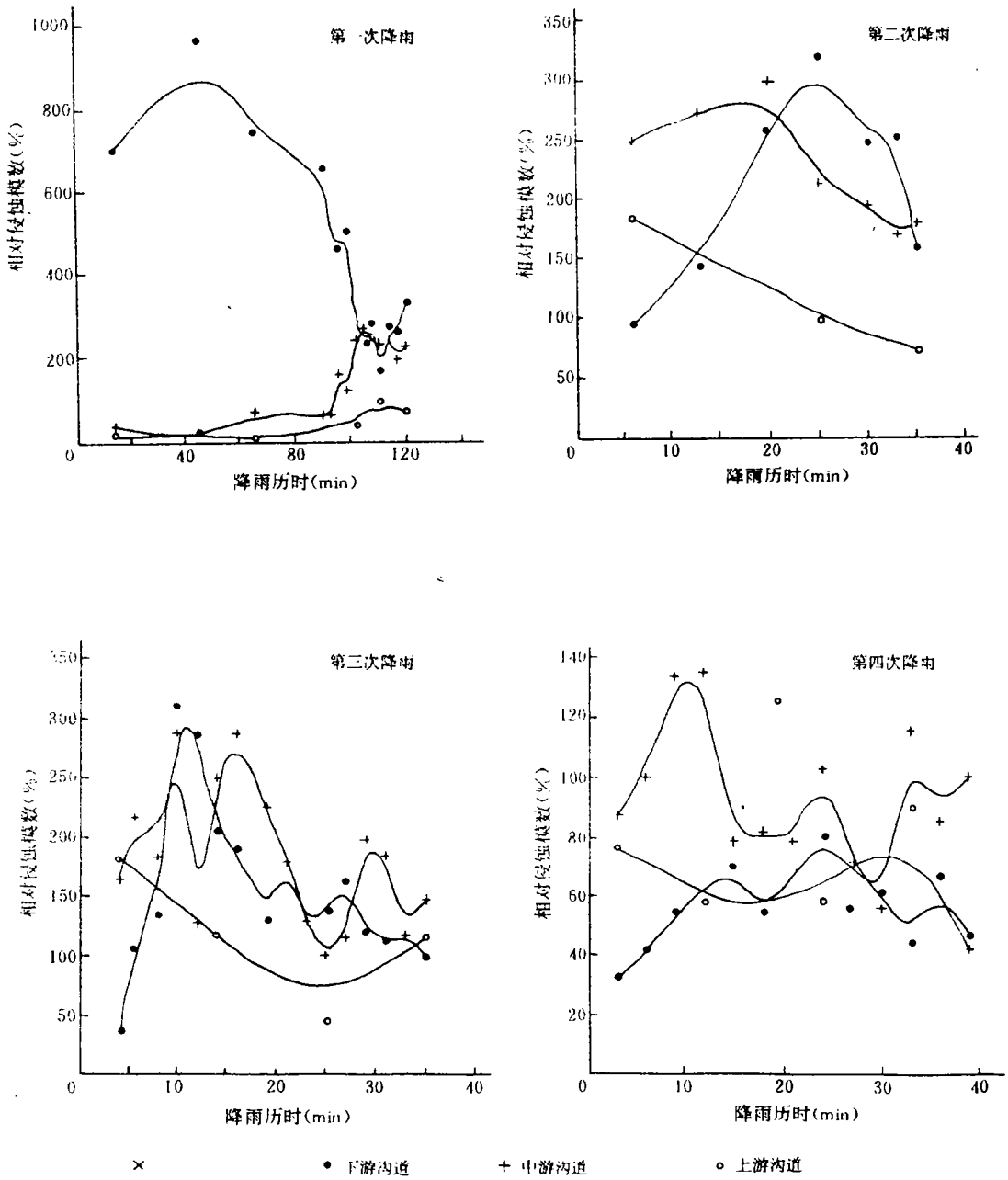


图5 沟道相对侵蚀模数的动态变化

2.3 沟道次降雨土壤侵蚀产沙的时间变化

图4是沟道相对侵蚀量的动态变化关系图。以首场降雨为例,沟道在降雨后开始下切,离沟口最近的下游沟道 Ce 区侵蚀量首先达到最大值,然后下降;而离沟口稍远的中游沟道 Nd 区和上游沟道 Dy 区逐渐上升;最终使中游沟道 Nd 区的侵蚀量达到最大;当下切作用进入上游沟道 Dy 区后,由于离沟口较远,汇流区域较小,形成的径流小,而此时下游沟岸的扩张已成为主要的侵蚀产沙方式,因此3个区域的相对侵蚀量相差不大。而以后的几场降雨,随沟道的发育,沟道各部位的侵蚀模数发生了明显变化。第4次降雨中,增加了径流量,坡面的相对侵蚀量增大,沟道相对侵蚀量减小,这主要是由于沟道的发育基本达到平衡,增加的径流量对沟道侵蚀影响不大。从图5的相对侵蚀模数的动态变化上也可以反映出相同的趋势。

3 结 论

小流域是黄土高原水土流失综合治理的基本单元,研究其侵蚀规律,对于水土保持措施的优化配置,有效地控制水土流失有着十分重要的意义。本研究通过模拟试验,首次将 REE 示踪法引入到小流域侵蚀产沙的时间分布研究。试验结果表明:随小流域沟道的发育,流域侵蚀产沙的数量在逐渐减少。在次降雨过程中,不同部位侵蚀产沙量随时间而变化,变化趋势复杂,这反映了侵蚀过程的复杂性和影响因子的多样性。虽然这一工作刚刚起步,存在着一些尚待解决的问题,但室内模拟试验结果表明 REE 示踪法可比较满意地定性说明小流域泥沙来源情况;同时室内模拟试验还为 REE 示踪法在野外小流域工作的开展提供了方法准备。

参考文献

- 1 Tian Junliang, Zhou Peihua, Liu Puling etc. REE tracer method for studies on soil erosion. International Journal of Sediment Research, 1994, 9(2)
- 2 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)
- 3 朱震达. 应用数量方法来研究黄土丘陵地区的侵蚀地貌. 地理学报, 1958, No. 3
- 4 田均良. 彭祥林等著. 黄土高原土壤地球化学. 科学出版社, 1994