

“粒度分析法”在小流域泥沙来源研究中的应用

王 晓

(黄委会绥德水土保持科学试验站, 陕西 绥德 718000)

摘 要: 小流域泥沙来源是土壤侵蚀研究的重点内容, 目前, 国内外主要利用径流泥沙资料, 采用统计分析方法来确定小流域不同地貌部位及不同侵蚀类型的产沙量。研究采用“粒度分析法”, 对砭砂岩不同侵蚀类型区典型小流域泥沙来源进行了分析计算, 结果表明: 砭砂岩区小流域泥沙主要来源于沟谷地, 占小流域总产沙量的 79.39%~84.89%; 沟间地产沙量占总产沙量的 15.86%~20.61%。

关键词: 泥沙来源; 粒度分析; 沟间地产沙; 沟谷地产沙; 最小二乘法

中图分类号: S157.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2002)03-0042-02

Studying Source of Sediment in Small Watershed Using Grain-size Analysis

WANG Xiao

(*S uide Experim ental S tation of S oil and W ater Conservation,*

the Yellow River Conservancy Commission, Suite 718000, Shaanxi Province, China)

Abstract To study the source of sediment in small watershed is the key to the study of soil erosion. Nowadays, the runoff sediment materials are applied both at home and abroad to determine the sediment yield of different erosive types in small watershed with various landforms by adopting statistic-analytical method. The author analyzes and calculates the source of sediment in sandy rock area with typical erosive types by using the method of grain-size analysis. The result shows that the sediment yield in sandy rock area mainly comes from the gully fields, which makes up 79.39% of the total sediment yield in small watershed; whereas the sediment yield in the interval only accounts for 15.86% ~ 20.61%.

Key words: the source of sediment; grain-size analysis; sediment yield in the interval; sediment yield in gully fields; the method of least square

1 砒砂岩区概况

砒砂岩分布区主要位于晋陕蒙接壤区的皇甫川、窟野河及清水河等流域,涉及内蒙古的达旗、准旗、东胜、伊旗及陕西的神木、府谷等 6 个旗(县、市),49 个乡镇,介于北纬 $39^{\circ}37'2'' \sim 40^{\circ}11'28''$,东经 $109^{\circ}43'0'' \sim 110^{\circ}15'$ 之间,总面积 $11\,692.0\text{ km}^2$ 。砒砂岩是当地老百姓对松散结构岩层的俗称,主要指古生代二叠纪、中生代三叠纪、侏罗纪和白垩纪的厚层砂岩、砂质页岩及泥岩组成的互层岩。该地层为陆相碎屑岩系,上覆岩层厚度小,成岩程度低,砂粒间胶结程度差,结构强度低,极易风化剥落、崩塌和遭受流水侵蚀。

该区大地貌单元属于黄土丘陵沟壑区向鄂尔多斯区高原过渡地带,地貌类型复杂多样,依据地貌发育的内外营力及地表形态特征可以把本区划分为盖土砒砂岩区、盖土砒砂岩区和裸露砒砂岩 3 个地貌类型区。土壤主要为砒砂岩土、栗钙土、风沙土;植被类型为干草原及灌木草原,人工栽培的乔木只在沟谷或沟道中零星分布;多年平均降水量 306~420 mm,汛期 6~9 月份降水占全年降水量的 75% 以上。

该区大地貌单元属于黄土丘陵沟壑区向鄂尔多斯高原

过渡地带。

2 方法步骤

2.1 原理与方法

由于砵砂岩区小流域的泥沙输移比接近于 1, 因此可以认为该区小流域不同侵蚀类型区的泥沙在成份和数量上与淤积在坝库里的泥沙基本相等。若小流域由 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_k$ 等侵蚀类型区组成, 每一侵蚀类型区泥沙有 $1, 2, \dots, n$ 组粒径, 每一侵蚀类型区泥沙在各粒径中的百分含量分别设为 $a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1n}, b_{11}, b_{12}, b_{13}, \dots, b_{1n}, c_{11}, c_{12}, c_{13}, \dots, c_{1n}, \dots, k_{11}, k_{12}, k_{13}, \dots, k_{1n},$ 各侵蚀类型区泥沙百分数为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k;$ 坝库粒度成份含量百分数为 $y_1, y_2, \dots, y_{\infty}$ 那么, 根据“粒度分析法”可建立下列关系式:

$$\begin{array}{rcll} a_1x_1 + b_1x_2 + \dots + k_1x_k & = & y_1 \\ a_2x_1 + b_2x_2 + \dots + k_2x_k & = & y_2 \\ \dots\dots\dots & & \dots\dots\dots \\ a_nx_1 + b_nx_2 + \dots + k_nx_k & = & y_n \end{array}$$

由于自然界的复杂性,采样的代表性,粒度分析的严格性等方面的原因造成了难以估算的误差,使得没有任何一组 x_1, x_2, \dots, x_k 的值可以使之满足。于是,只能利用“最小二乘

收稿日期: 2002-04-25

基金项目:“八五”黄河上中游管理局重点课题“晋陕蒙接壤区砒砂岩分布区水土保持综合治理研究”部分内容

作者简介: 王晓,男,(1962-),陕西长武人,农学学士,黄委会绥德水保站副站长,高级工程师,从事水土保持试验研究、规划设计等工作。

法”处理,求得误差最小的近似值。

2.2 分析步骤

利用“粒度分析法”计算小流域泥沙来源共分五个步骤:
选择典型小流域; 划分典型小流域侵蚀类型; 调查收集淤地坝淤积量及淤积年限资料; 采集不同侵蚀类型及淤地坝的颗粒典型样品,分析粒度成份,计算各侵蚀类型及淤地坝的粒度成份平均值; 求解各典型小流域不同侵蚀类型来沙百分数。

3 泥沙来源分析

3.1 典型小流域的选择

选择典型小流域应满足下列条件: 流域应具有典型性,能代表所在侵蚀类型的产沙特点; 小流域或者淤地坝目前仍然是封闭的,全部泥沙都在淤地坝内,或者是虽已淤满但是有淤积资料; 淤地坝不是小水库,没有积水,能测量、能取样; 小流域没有开矿修路等大型破坏地表的活动。

在 1:10 万 TM 卫片判读的基础上,根据以上原则在 15 万彩色航空像片上分析评价了每条流域,最后筛选出准格尔旗皇甫川流域的黑毛兔沟、饭铺沟、五分地沟 3 条典型流域分别代表裸露砒砂岩区、盖土砒砂岩区和盖沙砒砂岩区。

3.2 典型小流域不同侵蚀类型划分

根据影响土壤侵蚀发生、发展的主要条件的相似性原则、地貌部位相似性原则、侵蚀方式一致性原则,将小流域划分为沟间地和沟谷地两大地貌类型,在这两大类型内,又根据地表组成物质不同划分为更小的遥感侵蚀类型。各典型小流域不同侵蚀类型划分详见表 1。

3.3 淤地坝资料的获取

应用内蒙古水科所的调查资料,各典型小流域坝库淤积量情况见表 2。

表 1 典型小流域侵蚀类型数据

小流域名称	所代表的类型区	面积 /km ²	侵蚀类型				
			沟间地 黄土 /%	沟间地 风沙土 /%	沟间地 砒砂岩 /%	沟谷地 砒砂岩 /%	沟谷地 黄土 /%
黑毛兔沟	裸露砒砂岩 丘陵沟壑区	4.1	4.0	26.0	34.33	35.67	0
饭铺沟	盖土砒砂岩 丘陵沟壑区	2.75	46.9	30.1		15.6	7.4
五分地沟	盖沙砒砂岩 丘陵沟壑区	3.16	15.62	57.8		18.97	8.03

表 2 典型小流域坝库淤积量 t

小流域名称	坝库淤积	淤积年限	年平均淤积量	年侵蚀模数
五分地沟	353641.9	12 年	29470.0	9326.0
饭铺沟	85418.1	3 年	28472.7	10535.7
黑毛兔沟	1050174.0	9 年	116686.0	28460.0

3.4 粒度成分分析

典型小流域不同侵蚀类型和淤地坝粒度成分分析样品的获取,采用典型取样法。不同侵蚀类型样品数量根据面积大小及各侵蚀类型的复杂性、空间分布规律来确定。三条典型小流域共采集 512 个典型样品,将每条小流域同一侵蚀类型的样品混合匀一,从中选择 64 个样品进行粒度成分分析,并计算每一侵蚀类型的平均值。各类型粒度成分平均值计算情况见表 3。

3.5 典型小流域不同侵蚀类型产沙计算

根据上述“粒度分析法”对各典型小流域建立方程组,利

用“最小二乘法”求解,即可计算出各典型小流域不同侵蚀类型产沙比例。详见表 4。

为了验证上述方程解的正确性,将所得解代入原方程计算常数项,并与原方程组的常数项进行比较,经计算表明误差在水文分析和一般机械分析误差范围之内,结果是可信的。

表 3 典型小流域不同侵蚀类型颗粒成分平均值 %

小流域名称	侵蚀类型名称	粒度成分			
		> 0.5	0.5~0.05	0.05~0.025	< 0.025
黑毛兔沟	沟间地黄土	5.14	54.62	25.86	14.38
	沟间地砒砂岩	11.21	64.83	15.35	8.61
	沟间地风沙土	2.21	82.93	10.83	4.03
	沟谷地砒砂岩	26.34	55.09	12.67	5.90
饭铺沟	坝库剖面	23.74	56.61	13.31	6.34
	沟间地黄土	2.26	60.04	22.92	14.78
	沟间地风沙土	3.13	76.41	14.61	5.84
	沟谷地黄土	1.42	46.85	38.27	13.46
五分地沟	沟谷地砒砂岩	22.88	53.35	14.85	8.92
	坝库剖面	14.31	58.35	17.51	9.83
	沟间地黄土	3.16	57.12	23.50	16.22
	沟间地风沙土	3.32	85.45	5.13	6.10
地沟	沟谷地黄土	2.47	37.71	40.89	18.93
	沟谷地砒砂岩	17.25	61.85	9.17	11.73
	坝库剖面	11.91	58.20	16.46	13.43

注:颗粒成分的粒径单位为 mm。

表 4 典型小流域不同侵蚀类型产沙比例计算结果

小流域 名 称	不同侵蚀类型产沙比例/%						
	沟 间 地				沟 谷 地		
	小计	沟间地 黄土	沟间地 风沙土	沟间地 砒砂岩	小计	沟谷地 黄土	沟谷地 砒砂岩
黑毛兔沟	17.69	1.26	1.97	14.46	82.31		82.31
五分地沟	15.86	9.25	6.61		84.14	20.87	63.27
饭 铺 沟	20.61	16.60	4.01		79.39	20.26	59.13

由表 4 可知,砒砂岩分布区各主要侵蚀类型区小流域不同地貌部位来沙结构基本一致,泥沙主要来源于沟谷地,占小流域总产沙量的 79.39%~84.14%,沟间地产沙占小流域总产沙量的 15.86%~20.61%。

4 结 语

利用“粒度分析法”计算的本区不同侵蚀类型 3 条典型小流域沟间地产沙量占小流域总产沙量的 15.86%~20.61%,沟谷地产沙量占小流域总产沙量的 79.39%~84.14%,此结果与内蒙古水科所金争平等人在五分地沟利用美国通用方程计算的沟间地产沙量占流域总产沙量的 10%~16%,沟谷地产沙量占总流域产沙量的 84%~90% 以及作者 1990~1994 年在小纳林沟利用坡面径流小区及沟谷侵蚀小区观测计算结果,沟间地产沙占流域总产沙量的 15.11%,沟谷地产沙占流域总产沙量的 84.89% 的结论均十分接近,这充分说明利用“粒度分析法”计算本区各侵蚀类型不同地貌部位泥沙来源比例是可信的。因而可以得出,砒砂岩区的小流域泥沙主要来源于沟谷地,占总产沙量的 79.39%~84.14%,沟间地也是一个不容忽视的产沙地,产沙量占总产沙量的 15.86%~20.61%。

致谢:马永林、王建华等同志参加了资料调查及分析工作,在此表示感谢!