

水土保持径流小区监测方法探讨

——以甘肃省定西市安家沟监测点为例

陈瑾

(甘肃省定西市水土保持科学研究所, 甘肃 定西 743000)

摘要: 径流小区在水土保持监测工作中发挥着非常重要的作用,是其它方法所不能替代的。要保证小区资料的准确性和可靠性,选择正确的观测方法和数据处理方法是关键。在半干旱地区,降雨场次的划分是区分次降雨径流的主要依据,特别是在阴雨连绵的情况下,就更需要合理划分降雨径流的场次,以客观记录“次降雨径流”过程。本研究尝试用置换法处理水样,只需购置比重瓶即可进行测定,设备简单,快捷高效,既保证了数据质量,也能有效降低处理水样的经济成本。因而,建议在水土流失强度比较大的地区用置换法处理水样。同时,涉及径流小区的相关资料,也不能简单或盲目地直接引用,必须经过相应的修订和验证。

关键词: 安家沟; 径流小区; 观测方法; 数据处理; 数据引用

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2009)02-0094-03

中图分类号: S157, X830

Methods of Runoff Measurement from Plot Scales

—Taking Anjiagou Catchment in Dingxi, Gansu as an Example

CHEN Jin

(Dingxi Institute of Soil and Water Conservation, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: Plot-scale runoff experiments play an important role in soil and water conservation monitoring, which can not be replaced by other measures. In order to ensuring the accuracy and reliability of the data from the plot scale measurements, it is crucial to finding the most suitable methods regarding monitoring and data analyzing procedures. In the semiarid environment, recognition of rainfall event is significant for distinguishing different runoff events caused by natural rainfall and recording the related hydrological processes simultaneously, especially in consecutive rainy days. However, how to define one single rainfall event in the real world? How long the interval between two parts of rainfall is considered as an independent event? How to define the corresponding runoff and erosion caused by such rainfall events? All these important problems need to be solved. The displacement method is tried for treating water samples. The method is relative economical and effective, only need some pycnometer, and the data quality can be ensured. Therefore, we suggest using this method, especially in the high erosive regions. Meanwhile, the citation of material and utilization of information from runoff-plot measurements should be carefully amended and verified, and can not be used without any verification.

Keywords: Anjiagou catchment; runoff plots; monitoring method; data processing; cited data

1 安家沟小流域基本情况

安家沟小流域在甘肃省定西市安定区凤翔镇,该流域是黄河流域祖厉河水系关川河的一条小支沟,水土保持区划属黄土高原丘陵沟壑区第V副区,流域面积为 8.568 km²。安家沟流域内多年平均降水量 427 mm,年水面蒸发量 1 510 mm,年均气温 6.3 ℃,年均 ≥5 ℃ 的活动积温 2 782.5 ℃,年均 ≥10 ℃ 的活动积

温 2 239.1 ℃,极端最高温度 34.3 ℃,最低温度 -27.1 ℃,空气相对湿度 65.8%,太阳辐射 5 858 kJ/m²,年日照时数 2 408.6 h,无霜期 141 d。

1.1 测验设备与设施布设

在该流域出口设控制断面 1 处,控制流域面积 8.568 km²,在流域中心地带建有常规观测气象园 1 处,布设在同一小气候区域内的观测小区 20 个,分别为耕地、草地、荒地、乔林油松、灌林沙棘 5 种立地类

收稿日期:2008-08-18

修回日期:2008-12-30

资助项目:水利部“全国水土流失动态监测与公告项目”

作者简介:陈瑾(1963—),男(汉族),甘肃省定西市人,高级工程师,主要从事水土保持监测工作。E-mail:gsdxchj@126.com。

型,其坡度为 5° , 10° , 15° , 20° 。设置面积为 $5\text{ m}\times 10\text{ m}$ 的小区9个,分别是耕地、草地和荒地;面积为 $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ 的小区6个,分别为乔木林和灌木林;新建面积为 $10\text{ m}\times 20\text{ m}$ 的小区5个,分别是乔木林、灌木林、农地、草地和荒坡。

1.2 小流域监测内容及方法

该小流域汛期开展了径流观测小区的产流、产沙量监测和分析;定点观测流域内降水量及各小区的土壤含水量、生物生长量;气象因子的观测;在流域控制断面(卡口站)对全流域的径流量及泥沙流失量进行观测和分析。

(1) 小区径流和泥沙测定。产生径流后,量算径流总体积,搅拌均匀后重复取泥沙样,用烘干或置换法处理水样,计算产沙量和侵蚀模数;在监测区有地面气象观测站,用自己雨量计和人工雨量计测定降雨量和降雨过程;

(2) 土壤水分含量测定。土壤含水量每旬观测一次,降水后增加测定一次。

2 径流小区的作用

径流小区观测是安家沟水土保持监测的重要组成部分。径流小区^[1]的观测资料,在安家沟流域水土流失预测分析、流域规划、定西市以及整个干旱半干旱地区水土保持工作中,发挥了重要作用。在其它无资料同类地区的生态建设和区域整治工程中都得到广泛的引用。这些实测资料是其它任何资料所不能替代的。

安家沟流域的径流小区又称径流场或水量平衡场。指有一定代表性,与周围没有水平水分交换的自然闭合流域或封闭的人工围成的坡地。一般情况下自然闭合流域小区呈不规则形状,面积大小不一;坡面小区大多数为矩形或棱形,面积由数十到数百平方米。安家沟流域的径流小区是按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)规定,建成标准小区^[2],面积为 $5\text{ m}\times 20\text{ m}$ 。这种方法最早是水文研究中的一种主要的试验方法,目前在水土保持研究和水土保持监测中已经得到广泛应用。径流小区没有涉及地下水。在水土保持监测工作中把小区作为独立的客体,进行降水、植被、植物截留、土壤下渗、土壤含水量和水势、植物蒸腾、蒸发和径流、土壤流失量等因子的观测。

在水蚀区,利用径流小区,观测记录水土流失及其影响因子变化的状况,是比较科学的方法,其主要特点是,独立掌握小区土壤前期含水量、植被状况等下垫面因子的实际数值,观测一次降雨形成的径流、土壤流失等信息,直接分析降雨、径流、土壤侵蚀、植被状况等因子之间的物理关系和影响机制。这些成果,是进行水土流失状况、水土保持效益计算和预测的最基本的和最重要的信息资料。这些资料的科学

性和可靠性,是水土保持效益评估和水土流失预测预报成果的根本保证。可以说,径流小区是从微观尺度上研究和测验水土流失状况的最有效的方法,是获取水土保持比较效应的基础资料。因此,径流小区建设的规范性和观测方法的科学性是非常重要的。

3 观测中需要研究的几个问题

径流小区的观测方法和数据处理方法在《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中都有详尽的规定,规范就是我们工作的准则,必须严格遵守。然而在具体观测中还有一些特殊的处理方法,需要我们研究、探讨和使用。这些方法也是对规范的逐步完善和补充。

3.1 降雨场次的划分

用于科学实验的径流小区一般都用人工降雨的方法观测记录降雨径流和土壤侵蚀过程。降雨的场次、降雨量、降雨的其它参数等等都是人工控制的。而安家沟流域的径流小区,完全是利用天然降雨。在雨季,天然降雨的特征不是人为能够控制的。尤其是在半干旱地区,降雨间隔有时会比较长,但也有阴雨连绵的情况。遇到这种情况,就需要我们合理划分降雨径流的场次,观测记录“次降雨径流”过程。到底间隔多长时间算一场降雨,它形成的径流和侵蚀如何划分等等这些问题都非常重要。假如是建设项目的监测,要统计一段时间的水土流失量,当然就不用划分降雨的场次。但用于流域不同土地利用状况下的水土流失分析,研究降雨侵蚀的内在规律,就必须划分降雨径流和形成侵蚀的场次。

降雨场次的划分在《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)没有具体规定,但在实际的操作中,降雨场次的划分非常重要。如何界定一场降雨过程,是关系到现场观测人员如何正确操作,保证数据质量的关键尺度之一。关于降雨场次的划分,我们建议可以采用气象观测的划分规定,划分为大场和小场。一般情况下,一个大场间隔12h,一个小场间隔2h,2h以内算一场降雨。这样野外观测操作就比较容易划分场次,分清楚次降雨径流,这样的数据在水土保持预测预报中才能比较好地被应用。在安家沟流域,我们采用间隔2h划分为一场雨,没有划分大场和小场。也就是说,我们的次降雨径流的划分是以2h为间隔的。

3.2 关于泥沙样的处理和含沙量的计算方法

沙样的处理方法很多,常用的处理方法有烘干法、过滤法、置换法等。一般的观测场所,很难接通动力电,用烘干法、过滤法处理水样很不方便。其它的高科技处理方法也需要购置相对比较昂贵的仪器设备。在安家沟流域,用置换法处理水样,因为用置换法处理水样,快捷迅速,效率较高,可以保证数据质量,同时降低处理水样的经济成本。其设备也比较简

单,只需购置比重瓶就可以处理水样。我们建议在水土流失强度比较大的地区用置换法处理水样。

置换法其原理是:将浓缩后水样,装入比重瓶内称重,量比重瓶内水温,即可用下式计算:

$$W_w = W_b + V_s \gamma_s + (V - V_s) \gamma_w$$

$$W_w = W_b + V \gamma_w$$

$$\text{则 } W_w - W_w = V_s (\gamma_s - \gamma_w)$$

$$V_s = (W_w - W_w) / (\gamma_s - \gamma_w)$$

$$\text{沙重 } W_s = V_s \cdot \gamma_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_w} (W_w - W_w)$$

$$= K (W_w - W_w) \quad (1)$$

式中: W_w ——比重瓶加混水重(g); W_b ——比重瓶重(g); V_s, γ_s ——干沙所占体积(cm^3)及干沙容重(g/cm^3); W_w ——同温度下,瓶加清水重(g); K ——置换系数,等于 $\gamma_s / (\gamma_s - \gamma_w)$; V, γ_s ——比重瓶容积(cm^3)及水的容重(g/cm^3)。

上述公式表明,比重瓶加浑水重等于比重瓶重加瓶内沙重和清水重;沙重等于干沙所占体积与干沙重量的乘积,清水重等于清水所占容积与水重量乘积,通过两式相减即把泥沙所占体积置换出来。

(1)式即为用置换法求泥沙沙重的公式,公式中只需称出瓶加浑水重及量出水温,因 K, W_w 中水的重量都与水温有关,而瓶加清水重可在测定好的曲线上查得。

用置换法处理水样,需事先对比重瓶进行检定,求出各个比重瓶的不同温度下的瓶加清水重,绘制各个比重瓶的工作曲线,以备查用。由于泥沙的磨蚀,比重瓶在使用过程中,将逐渐变轻,因此,每年应对比重瓶检定一次,每月要进行检查,当测定点与曲线差超过最小沙重的 2.0% 时,该比重瓶应停止使用,重新检定。为了消除溶解质的影响,比重瓶检定时应取澄清河水进行,利用公式计算时,瓶加浑水重减去瓶加清水重,即可把溶解质的影响消除。

3.3 关于沟道径流的观测方法及观测、采样时间间隔

沟道径流观测的内容一般是水位(水深)、流量和含沙量。在干旱半干旱地区,一般情况下,小流域都是山溪性沟道,地下基流很小,在没有降雨的情况下基流一般都被蒸发,沟道流出过程和降雨过程是一一对应的关系。山溪性沟道的暴雨径流过程的特点是陡涨陡落,要完整的记录这样的径流过程,时间间隔的确定非常重要。《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)规定,水位观测的时间间隔是 2~5 min。时间是过程观测中十分重要的信息,时间的进制是 12 进制的数值,因此,我们认为,水位观测的时间间隔以 3 s 的倍数为最小时间间隔为宜。这样,在数据处理时,就避免了时间数值换算为 10 进制数值时小数后的取舍问题。

4 径流小区资料的引用

地貌形态是很不规则的^[3],它上面降雨、产汇流以及侵蚀特征是很复杂的,一般的径流小区是比较规则的斜面,其产流、汇流以及土壤侵蚀机制相对于自然地貌来说比较简单。所以一般情况下,用小区的观测资料来推算相同利用现状下的土地的水土流失状况,就不能简单地直接引用,一定要加以修订。在安家沟流域,我们选了不同利用方式的小区土壤年侵蚀模数和全流域年侵蚀模数,进行了相关分析,结果就能证明上述的观点。

表 1 不同利用现状径流小区年侵蚀模数与全流域年侵蚀模数相关分析 $t/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$

年份	全流域	农地	草地	乔木林	灌木林	荒坡
1989	220.0	502.0	5.1	220.6	29.8	15.0
1990	2 956.0	1 525.0	30.6	724.6	3.0	6.0
1991	632.0	164.0	1.6	29.6	73.6	251.6
1992	150.0	25.0	2.1	0.8	5.0	1.5
1996	78.0	617.0	4.3	2.4	11.0	7.6
1997	139.0	391.0	3.4	15.6	0.0	32.3
1998	274.0	267.0	8.5	20.0	0.0	69.6
1999	322.0	57.0	2.9	0.0	0.0	10.3
2000	1 906.0	485.0	24.3	32.5	1.5	32.5
相关系数	1.00	0.78	0.95	0.78	-0.1	-0.1

农地、草地和乔木林地的侵蚀模数和全流域的侵蚀模数都显著相关,而灌木林和荒坡是负相关。是不是面上这种利用现状的土地没有水土流失呢?显然是不对的。由于径流小区里灌木林和荒坡管理很好,没有人造的扰动,覆盖度达到了 100%,径流中几乎没有含沙。我们要直接用这个数据推算流域面上的同类型的土地,就会得出错误的结论。一来面上灌木林和荒坡的侵蚀模数不可能是零,再者人为的扰动是不可避免的,覆盖度总是达不到 100%。这种类型的土地的流失量是全流域流失的一部分^[4]。在规划设计、科学研究、水土流失预测预报等工作中,尽量不要简单的引用,要用其它的方法加以修正后才可以引用。

[参 考 文 献]

- [1] 李智广. 水土流失测验与调查[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 106.
- [2] 孟庆枚. 黄土高原水土保持[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1996: 288.
- [3] 黄河水利委员会天水水土保持科学试验站. 黄土丘陵沟壑区第三副区水土流失原型观测及规律研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2004.
- [4] 陈嘉琦, 张恭肃. 小流域暴雨洪水计算[M]. 北京: 水利电力出版社, 1985.