

评《黄土高原降雨侵蚀产沙与黄河输沙》一书

王文龙 穆兴民

(中国科学院·水利部水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

80 年代初,在朱显谟院士的开创和倡导下,国内一些土壤侵蚀与水土保持学者开展了黄土高原降雨侵蚀力的研究,王万忠研究员就是其中最活跃、最突出的一位,他积 10 余年的研究成果和丰富的第一手资料,与焦菊英合作撰写了《黄土高原降雨侵蚀产沙与黄河输沙》专著,全面系统地总结了这一分支在国内外的进展。当然,大部分研究成果是作者自己获得的。

目前,在黄土高原侵蚀产沙与黄河水沙变化研究中存在着四个方面的障碍因素。一是由于黄土高原区域间的自然特征差异较大,由某一二个样点(小流域)所得的分析结果,或由某一局部性问题所得的结论很难说明区域性的普遍规律,也很难将其应用和推广到其它地区,有些结论也可能带有很大的片面性。二是由于黄土高原降雨、侵蚀产沙、输沙的年际变化很大,仅对某一个别年份或较短系列的时间尺度分析,很难将其年际变化的规律真正解释清楚,只有应用较长系列的观测,才能说明其客观存在的变化规律,而不被“假象”所遮掩。三是侵蚀产沙、输沙是一个非常复杂的过程和体系,某一流域或某一空间尺度的产流、产沙过程变化很难揭示不同集水区域不同空间尺度的产流、产沙程度。四是由于黄土高原降雨(特别是暴雨)时空分布的均匀性极差,这在很大程度上影响甚至决定了这一地区的侵蚀产沙变化规律。因此,暴雨时空分布特征的分析,在侵蚀产沙研究中就显得十分重要。

作者正是基于上述几点,认为对于黄土高原降雨侵蚀产沙规律与黄河输沙特征的研究,必须引入系统、科学的思想,全方位地研究分析区域性问题的不只局限于局部的、个别的或孤立的分析某具体一个问题,而这种研究应有大量的分析样点、丰富的资料数据和系统的分析方法作为支撑,特别要注意数据可靠性、系列代表性的分析。

作者的研究思路正是根据上述认识而展开的。本书是在作者完成国家“七·五”、“八·五”科技攻关项目有关内容的基础上完成的。全书以降雨为主线,以丰富的资料和庞大的数据以及多层次的分析样点作为支撑,将降雨—侵蚀产沙—输沙作为一个相互联系的整体,按照系统科学的思想,从不同空间尺度,较系统地分析降雨、侵蚀产沙、输沙之间的关系,以及各自的特征和规律。

全书共分六章,约 45 万字,附有 140 幅插图和 167 张表格,图文并茂。各章分别论述了黄土高原降雨的时空分布特征及暴雨特征;中小流域降雨分布的不均匀性及点面关系;黄土高原降雨侵蚀力的时空变化特征;降雨与侵蚀产沙的关系;黄土高原侵蚀产沙量的计算与时空分布;近 70 年来黄河泥沙变化特征与趋势分析等。本书在以下问题上取得了重要进展。

1 拟定了黄土高原土壤侵蚀暴雨标准,制定了 3 种暴雨类型的数量指标 作者认为暴雨是引起水土流失的主要降水形式,但产生水土流失的并不全都是暴雨。经用 $5 \sim 25$ 裸露坡面的水土流失资料分析,以土壤流失量超过 $500t/km^2$ 的降雨强度作为暴雨的最低标准,得到了黄土高原土壤侵蚀暴雨标准。

黄土高原的暴雨可分为 3 种类型:一类是由局地强对流条件引起的小范围、短历时、高强度暴雨(A 型暴雨);由锋面型降雨夹有局地雷暴性质的较大范围、中历时、中强度暴雨(B 型暴雨);由锋面型降雨引起的大面积、长历时、低强度暴雨(C 型暴雨)。作者用最大 60min 雨量占次降雨总量的比例(%)作为划分 3 种暴雨类型的数据指标。其指标: A 型暴雨为 $\frac{P_{60}}{P} \geq 80\%$, B 型暴雨为 $20\% < \frac{P_{60}}{P} < 80\%$, C 型暴雨为 $P_{60} < 20\%$ 。

2 筛选出黄土高原降雨侵蚀力 R 值的简易计算分式,提出了黄土高原降雨侵蚀力的分区及高值中心,绘制了黄土高原降雨侵蚀力图,并首次将降雨侵蚀力应用到黄土高原减沙效益的区域评价中,取得了较好的效果 为了减少分析计算带来的繁冗,作者总结出黄土高原次降雨 R 值简易计算公式为

$$R = 0.012P_{60}^{1.071} I_{60}^{1.133}$$

黄土高原年 R 值的简易计算公式为

$$R = 0.008P_{60}^{0.776} I_{60}^{0.965} I_{60}^{0.732}$$

黄土高原多年平均 R 值的简易计算公式为

$$R = 0.160P_{60}^{0.017} I_{60}^{1.392} I_{60}^{0.954}$$

R 值的分布主要以东西梯度变化为主,南北向变化幅度很小。按照 R 值的分布趋势可以分为三个大区:一是 $R > 150$ 的晋东南和豫东等东南部地区;二是 R 值为 $100 \sim 150$ 之间的中部地区;三是 $R < 100$ 的宁甘西部地区。受暴雨中心影响,黄土高原有 3 个 R 值高值中心。第一个位于北部的皇甫川下游和黄河干流交界处,第二个位于榆林、无定河中下游到黄河干流东侧的临县一带,这是一个较大的高值中心;第三个在延安、吉县一带。

3 提出了黄土高原降雨点面转换公式 通过对 13 个中小流域 101 个雨量站 448 场降雨样本的系统分析,得到了不同雨型,降雨空间分布的不均匀性参数及点面转换公式。提出了黄土高原不同误差程度的雨量站布设密度。

4 得到了黄土高原不同集水区降雨产流、产沙过程随时间变化的规律 通过对坡面、毛沟、小支沟、支沟、干沟等 5 种不同空间尺度降雨产流产沙过程的研究,得到了不同集水区降雨产流产沙过程变化中雨量、流量、含沙量、输沙率各要素彼此变化的时间对应关系及超前、滞后的时间尺度。

5 在降雨与侵蚀产沙关系预报方面有所前进 作者通过大量的统计分析得出,以 $P_{6-8}, P_{1440}, P_{60}, P_{10}$ 四元结构作为小沟道及坡面($< 5km^2$)年雨沙关系预报的降雨因子:

$$S_1 = aP_{6-8}^{b_1} P_{1440}^{b_2} P_{60}^{b_3} P_{10}^{b_4}$$

以 $P_{6-8}, P_{30}, P_{1440}, P_{60}$ 四元结构作为中小流域($5 \sim 1000km^2$)年雨沙关系预报的降雨因子:

$$S_2 = aP_{6-8}^{b_1} P_{30}^{b_2} P_{1440}^{b_3} P_{60}^{b_4}$$

在降雨雨沙关系的预报方面有所突破。

6 提出黄土高原坡面、沟道和中小流域年最大侵蚀强度和全区域最大可能流失程度 对黄土高原 1955—1986 年的侵蚀产沙量进行了比较详细的计算,并用数学表达式对其空间分布特征进行了描述,提出了黄土高原坡面、沟道和中小区域的年最大侵蚀强度和全区域的最大可能流失程度。

众所周知,侵蚀产沙及水土保持减沙效益评价等是目前较为活跃的研究领域,作者经过十余年的呕心沥血,所获得的资料是一般人所难以企及的,同时各项研究都取得了很大进展。特别是关于水土保持的一些基础理论问题的研究,在前人工作的基础上进一步深化了,并有新的发现和突破。这些基础的研究成果,对推动水土保持学科的发展既有科学意义,也有一定的实用价值,为黄土高原今后的国土整治,提供了可靠的科学依据和数据。

总之,笔者相信,该书的出版将会大大推动土壤侵蚀与水土保持学科的发展。

《黄土高原降雨侵蚀产沙与黄河输沙》,王万忠,焦菊英 著,北京:科学出版社,1996.总 343 页,定价:38.00 元