

黄土高原水土流失及其防治措施

付 会 芳

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
水利部

摘 要 据统计,黄土高原水土流失面积高达 43 万 km^2 , 年输入黄河泥沙量 16 亿 t。严重的水土流失导致土壤肥力低下, 土壤质地变粗, 团粒结构遭到破坏, 加剧了土壤缺水, 改变了土壤成土过程。根据黄土高原丘陵区水土流失特征, 探讨了水土流失原因, 并提出了相应的防治措施——水土保持耕作措施, 集水深蓄耕作技术, 坡改梯及打坝淤地工程措施及人工林草生物措施。

关键词 黄土高原 水土流失 防治措施

Soil and Water Loss and Its Control Measures on Loess Plateau

Fu Huifang

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

Abstract According to statistics, the soil and water loss area of loess plateau is $43 \times 10^4 \text{ km}^2$, the loess plateau discharges to Yellow River 16×10^8 tons of sediment per year. The serious soil and water loss lead that soil fertility reduce, soil texture become coarse, soil lack water seriously, soil particle structure has been destroyed, soil-forming process has been occurred change. Based on the soil and water loss feature in the hilly region of loess plateau, probed the causes of soil and water loss, put forward controlling practices; soil and water conservation tillage measures, water-collecting tillage technique, slope land changing terrace engineering practice, artificial forest-grass biological measure.

Key words loess plateau soil and water loss control measure

据最新统计,全世界现有水土流失面积 2 500 万 km^2 , 占全球陆地面积的 16.8%, 全球每年约流失土壤 257 亿 t, 每年因侵蚀而丧失的耕地为 500~700 万 hm^2 。我国是世界上水土流失最严重的国家之一, 全国水土流失面积 367 万 km^2 , 黄土高原以其严重的水土流失闻名于世。综述黄土高原水土流失及其防治研究, 对南方水土保持研究将有借鉴作用。黄土高原总面积约

64 万 km^2 , 水土流失面积却高达 43 万 km^2 , 年输入黄河泥沙量达 16 亿 t。根据实测资料计算, 我国江河输移的泥沙总量居世界之冠, 全国平均每年直接入海泥沙总量约 19.4 亿 t, 输沙总量约 21.5 亿 t。其中黄河入海沙量 10.8 亿 t, 占全国输沙总量的 50%; 长江入海沙量 4.19 亿 t, 占 23%, 其它河流占 27%, 黄河含沙量高达 37.8 kg/m^3 , 为世界大河之最, 而黄土高原坡耕地又是黄河泥沙的主要来源地。

根据黄土高原丘陵区的延河支流杏子河流域调查结果, 95% 的耕地为坡地。在沟间地部分, 除少量的水平梯田和林地外, 坡耕地约占沟间地的 90%, $12^\circ \sim 25^\circ$ 及 $25^\circ \sim 35^\circ$ 的坡地面积最大, 各占 40% 左右^[1]。从这些数字可以看出黄土高原坡耕地土壤侵蚀的严重程度。

因此, 关于黄土高原丘陵区坡耕地水土流失的研究, 对提高耕地农业生产水平, 维持耕地利用的持久性, 保持有限耕地资源意义重大。

1 黄土高原丘陵区水土流失特征

黄土高原丘陵区的水土流失不仅是造成河流、水库淤积的一个重要原因, 更严重的是每年丧失大量的肥沃表土, 是导致土壤肥力退化和农业减产的一个重要原因。由于坡耕地水土流失, 黄土丘陵区原始成土土壤黑垆土已荡然无存, 只剩下零星分布在分水岭和低凹地带、现耕种的土壤肥力低下的黄绵土。水土流失加剧了土壤干旱缺水, 降低了降水的有效利用, 这些因素同样加剧了土壤的退化过程。

1.1 水土流失导致土壤肥力低下

据有关资料^[2], 形成 1cm 的土层需 200~400 年, 在正常条件下, 年平均土壤侵蚀量每公顷应控制在 2t 以下, 肥料流失量应控制在 45kg 以内, 才能保持这种平衡。在侵蚀模数高达 $100 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 的黄土丘陵区, 强烈的水土流失已破坏了这种土壤养分平衡, 导致了土壤瘠薄, 作物减产, 使土壤植物养分陷入恶性状态。

陕北黄土丘陵区^[3], 总土地面积约 6.7 万 km^2 , 区内土壤侵蚀模数高达 $1 \sim 3 \text{ 万 t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 每年向黄河输沙 7 亿 t 左右, 约占黄河年平均输沙量 16 亿 t 的 43%。若侵蚀模数按 $1000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 计, 则每公顷流失土壤 100.5t, 相当于每公顷 0.8cm 厚的表层土壤水蚀掉; 若按每 t 土壤中含氮 1.0kg、磷 1.5kg、钾 20kg 计算, 则每年每公顷土壤因水土流失而损失肥料约 2250kg。仅延安地区坡耕地, 每年损失肥料 163 万 t, 是当年肥料投入量 9.1 万 t 的 17.9 倍。因此严重的水土流失是造成土壤肥力退化的主要因素。

更为严重的是: 流失泥沙中全氮与碱解氮却高于原来的土壤, 富集率为 1.05~1.58。土壤氮绝大部分是随着土壤冲刷而流失, 流失氮量约占氮流失总量的 98.0%~99.8%, 因此, 土壤氮在侵蚀过程中, 损失最为严重。刘秉正^[4]对比分析农地耕作层和流失泥沙养分, 有机质和全氮的含量, 流失泥沙高于耕层 1.4 倍和 1.5 倍, 全磷含量两者基本相当。

1.2 水土流失使土壤质地变粗, 团粒结构遭到破坏

农地水土流失导致了土壤细颗粒和团粒结构颗粒流失, 残留原地的为少团粒结构的粗颗粒。据测定, 流失泥沙中 $<0.001 \text{ mm}$ 颗粒含量高达 62.22%, 而土壤中 $<0.001 \text{ mm}$ 颗粒含量仅为 11.59%。细土粒流失在河道中也有反映。侵蚀的进一步发展, 农耕地细颗粒逐渐减少, 结果出现砾石遍地无法耕种。由于水土流失在黄绵土壤的成土过程中起了主导作用, 因而不同黄绵土壤机械组成差异较大(表 1)。表现在淤积土壤 $0.02 \sim 0.002 \text{ mm}$ 土粒含量较高, $<0.002 \text{ mm}$ 土粒含量以川黄绵土较高, 其次为淤积土, 坡黄绵土含量仅为 7.33%, $<0.01 \text{ mm}$ 土粒含量也

呈现类似规律。

表 1 不同土壤类型表层土壤机械组成(%)

土壤颗粒	0.02~0.002mm	<0.002mm	<0.01mm
坡黄绵土	17.91	7.33	16.93
川黄绵土	23.80	12.61	24.46
淤积土	24.91	10.41	22.52

1.3 水土流失改变了土壤成土过程

黑垆土是黄土丘陵区地带性土壤,由于长期水土流失,垆土层被剥蚀掉,现耕种土壤是在黄土母质层上发育而来的幼年性黄绵土。在矿物组成中^[3],以蒙脱石较多,土壤有机质仅为 7.0g/kg 左右,阳离子代换量变幅 7~12cmol(+)/kg,平均 11.0cmol(+)/kg,北部地区 7~8cmol(+)/kg,南部地区略高 8~12cmol(+)/kg,因而本地区土壤保肥性能较弱,这是造成土壤流失的内部因素。

不仅如此,在水土流失严重的黄土丘陵区,土壤类型形成也多样化。由于长期侵蚀的结果,原地带性黑垆土被侵蚀为黄绵土、薄层土、二色土等,即使在同一坡面上,坡上部与坡下部土壤肥力也不同,坡脚土壤养分高于坡上部。

表 2 纸坊沟流域坡耕地主要土壤养分含量

土壤	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	全 K ₂ O (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	缓效 K (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	pH
黑垆土	7.8	0.55	19.6	18.98	41.8	922.93	148.31	8.59
黄绵土	4.3	0.37	18.1	20.69	31.1	970.38	138.23	8.60
二色土	6.2	0.48	28.1	19.79	41.7	850.27	183.61	8.59
薄层土(荒坡)	18.5	1.14	20.4	21.74	90.9	1016.92	203.77	8.30

从表 2 可明显看出,薄层土由于长期撂荒,土壤肥力较高以外,黄绵土与二色土的土壤养分含量均低于黑垆土。

1.4 水土流失加剧了土壤缺水

黄土丘陵区坡耕地土壤,由于地表倾斜度的存在,而使地表在接受降雨后,迅速出现径流,降低了降水的有效利用。试验表明,谷子在 30°的坡耕地上年径流深为 25.3mm,约占谷子生育期降水量的 10%,一旦遇上大暴雨,径流系数还有可能增大。

2 黄土高原丘陵区坡耕地水土流失原因

土壤侵蚀是指土壤及其母质在外营力的作用下受到的破坏、转运及堆积过程。它是自然界一种正常的地质物理现象,随着人类社会的历史发展,使得这种现象更加复杂,其发生和演变主要受各种因素和人类活动等外力作用的综合控制。

2.1 地质因素

地质因素是影响黄土高原土壤侵蚀最基本因素之一,大面积黄土覆盖的侵蚀地貌,乃是第三纪以来几次间歇性的堆积和侵蚀作用塑造的结果,而现代侵蚀则是在古代侵蚀作用基础上发展起来的。当然,如果没有大面积分布的抗侵蚀微弱的厚层黄土堆积,亦就没有新构造上升运动形成的支离破碎的地形,即使有强烈的暴雨,土壤侵蚀也不会如此之严重。

以黄绵土为主要类型的黄土高原,由于土壤机械组成以粉粒为主,粘粒含量少,则土壤的

崩解性能强,土壤抗冲性相对减少,此为黄土土壤易受侵蚀的主要内部因素。

2.2 地形因素

地形是影响土壤侵蚀的重要因素,包括坡度、坡长、坡形、坡向和地表的破碎程度。

在一个完整的流域内,不同地貌部位土壤侵蚀强度不一。根据几次典型侵蚀分析表明^[5],安塞寺峁流域的沟坡侵蚀模数为沟间地的1.62~1.78倍,沟谷地的侵蚀产沙量占流域总量的68.9%~71.0%。该流域的侵蚀产沙主要来源于沟谷地的土质天然荒坡,其中沟缘线附近的谷坡侵蚀产沙最为严重,其次是坡耕地,两者面积合占流域的68.0%,而侵蚀产沙量却占90.9%~91.6%

2.3 降水

黄土高原丘陵区,年降水量一般为300~700mm,但分布极不均匀,主要集中在7~9月,约占全年降水量的60%以上,且多暴雨,一年中土壤侵蚀量往往是由几次较大的暴雨造成。延安地区纸坊沟流域1989年7月26日降雨量达124.5mm,最大30min雨强高达1.40mm/min,侵蚀模数高达27 054.3t/km²,是正常降雨年份侵蚀模数6 000t/km²的4倍之多。

2.4 植被

植被对土壤起保护作用,与土壤侵蚀关系十分密切。研究表明,在质地、地形、地貌一定的条件下,植被的水土保持功能大小顺序为灌木林>灌木+草地>草地>草地+作物>作物;作物根系活动层(10~30cm)土壤抗冲性比无根系活动层大。

2.5 人类活动

人类活动对土壤侵蚀有相对的重要性,一方面加剧土壤侵蚀,另一方面减少和防止土壤侵蚀,造林种草、退耕还林还牧,打坝、修梯田、平整土地,进行精耕细作,可起到十分良好的蓄水保墒作用,从而减轻或防止土壤侵蚀。而盲目的毁林毁草,滥樵、滥牧,加上不合理的耕作,会加剧土壤侵蚀。

3 黄土丘陵区坡耕地水土流失防治技术措施

从目前国内外水土流失的防治措施看,防治坡耕地水土流失的各项技术措施,大体上分为水土保持耕作措施、集水深蓄耕作措施、坡改梯工程措施及林草生物措施。

3.1 水土保持耕作措施

水土保持耕作法作为保护耕作法的一种形式,已在延安地区推广应用。水土保持耕作法不仅适宜于旱川地,而且适用于旱坡地。根据旱坡地坡度大小^[1],提出一套适合于坡度大小的耕作法,即:>30°坡地实行草灌间作,25°~30°坡地实行草粮间轮作,<25°坡地水平沟种植;川平地及梯、台地实行垄沟种植,并配以地膜覆盖,这种水土保持耕作法对拦截降雨,防止水土流失是十分有效的。

3.2 旱坡地集水深蓄耕作技术

耕翻地孔耕作保持水土效果良好,与耕翻深松耕作相比,径流量和侵蚀量减少11.84%和10.89%^[6]。由于配合覆盖(残茬覆盖或秸秆覆盖)一方面减少雨滴直接击溅地表引起土壤侵蚀的发生,另一方面由于覆盖保温保水作用较强,作物生育状况较好,根系发达,有利于增强土壤抗蚀作用,减少土壤侵蚀之发生。

3.3 坡改梯及打坝淤地工程措施

在坡面上沿等高线修筑水平梯田,田面坡度在5°以下,能拦蓄雨水,避免冲刷,保持水土,

利于耕作。试验表明,水平梯田通常可减少冲刷 95% 左右。据延安市大砭沟观测资料,水平梯田较坡地平均减少径流次数 85.0%,径流量 93.1%,侵蚀量 95.9%。打坝淤地工程措施可以明显减少向支流输送泥沙,有利于耕作和减少土壤侵蚀。

3.4 人工林草生物措施

根据对 1987~1992 年 7 年人工草地植被保持水土作用的分析,当覆盖度为 20%~40% 时,具有明显减少侵蚀作用,但在相同盖度条件下,由于受降雨因素(降雨量、降雨雨型、强度等)作用的影响,其作用变化范围较大;当覆盖度达到 60%~70% 时,可减少土壤侵蚀量 90% 以上,且效果稳定再进一步提高植被覆盖度,所增加的减蚀作用有限。

参考文献

- 1 卢宗凡等.水土保持农业增产体系的研究.水土保持学报,1991,5(2)
- 2 张岳.我国水土流失现状与防治对策.水土保持通报,1993,13(1)
- 3 张兴昌.陕北黄土丘陵区坡耕地土壤肥力退化原因及防治对策.水土保持研究,1996,3(2)
- 4 刘秉正等.黄土高原南部土壤养分流失规律.水土保持学报,1995,9(2)
- 5 江忠善等.应用地理信息系统评价黄土丘陵区小流域侵蚀的研究.水土保持研究,1996,3(2)
- 6 张定一.坡旱地集水深蓄耕作技术研究.干旱地区农业研究,1994,12(4)
- 7 杨瑞珍.我国耕地水土流失及防治措施.水土保持通报,1994,14(2)

作者简介 付会芳,女,33 岁,编辑,陕西省青年编辑委员会理事。1990 年毕业于西北农业大学,获硕士学位,1990~1992 年主要从事旱地土壤氮素矿化研究,发表科研论文 8 篇。现任《土壤侵蚀与水土保持学报》责任编辑。

.....
(上接第 137 页)

5 结 语

草籽坝小流域实施综合治理 5 年来取得了良好的效益,预测结果表明小流域的经济发展仍将稳步发展。随着植被的恢复和土地生产力的提高,小流域将形成良好的生态经济系统,显示出更大的效益。

参考文献

- 1 李忠魁.小流域治理的哲学思考.水土保持通报,1994,14(1)
- 2 常茂德等.我国水土保持小流域经济的产生和发展.水土保持通报,1994,4