

黄土丘陵沟壑区第一副区山坡地土壤侵蚀特征 及其对土地生产力影响研究

王 晓 白志刚 刘立斌 白平良

(黄委会绥德水土保持科学试验站 陕西绥德 718000)

摘 要 分析了黄土丘陵沟壑区第一副区山坡地土壤侵蚀的特征及土壤侵蚀对土地生产力的影响。分析结果表明:该区土壤侵蚀类型多样,侵蚀模数高;土壤侵蚀对土地生产力的影响主要表现为破坏土地质量,降低农作物产量。提高本区土地生产力的有效途径为加强水土保持综合治理及增加对土地的物质与技术投入。

关键词 侵蚀特征 途径 山坡地 黄土丘陵沟壑区第一副区

Soil Erosion Character of Slope Land and Its Effects on Land Productivity in First Sub-region of Loess Plateau

Wang Xiao Bai Zhigang Liu Libin Bai Pingliang

(Suide Soil and Water Conservation Scientific Research Station,
Yellow River Management Committee Suide Shaanxi 718000)

Abstract The soil erosion characters of slope land and its effects on land productivity were analyzed in first Sub-region of Loess Plateau. The results revealed soil erosion types diversified, erosion module was higher, the effects of soil erosion on land productivity mainly involved into destroying land quality and reducing crop yield. The available way to increase land productivity was to stress on the comprehensive management of soil and water conservation, to enhance the matter and technology invest.

Key words erosion characters way slope land first sub-region of Loess Plateau

1 区域地理概况

黄土丘陵沟壑区第一副区(下称“黄丘一副区”),位于北纬 $36^{\circ}41'$ ~ $40^{\circ}23'$,东经 $108^{\circ}39'$ ~ $120^{\circ}09'$,面积 $70\,748\text{km}^2$,是黄河粗沙的主要产区。由于区内地貌及侵蚀形态差别显著,所以据此可分为陕北、晋西、内蒙古东南部三大片。陕北片包括榆林、延安两地区,面积 $28\,508\text{km}^2$,该区在

地质构造上属鄂尔多斯台地向斜的南部,地貌以峁状丘陵为主;晋西北片属忻州吕梁地区,面积 21 468 km²,地面覆盖为第四纪黄土及第三纪三趾马红土;内蒙古东南片,面积 20 775 km²,主要为砒砂岩分布区,抗蚀能力极低,土壤侵蚀严重。区域典型的小流域地貌类型组成和坡度组成见表 1、表 2 和表 3。

表 1 黄丘一副区典型小流域自然地理特征

| 流 域 名 称 | 平均气温 (℃) | 降水量 (mm) | 沟壑密度 (km/km ²) | 年侵蚀模数 (t/km ²) |
|------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 五分地沟 | 5.8 | 422.0 | 2.37 | <10 000 |
| 砖窑沟 | 8.8 | 450.0 | 2.90 | >10 000 |
| 王家沟 | 9.0 | 510.0 | 3.81 | >10 000 |
| 泉家沟 | 8.4 | 422.0 | 3.89 | >10 000 |
| 韭园沟 | 9.7 | 524.7 | 5.34 | >10 000 |

表 2 典型小流域地貌类型组成

| 流域 名称 | 流域面积 (km ²) | 沟间地比例(%) | | | | 沟谷地比例(%) | | |
|----------|----------------------------|----------|-------|-------|------|----------|-----|------|
| | | 梁峁坡上部 | 梁峁坡中部 | 梁峁坡下部 | 小 计 | 沟谷坡 | 沟 床 | 小 计 |
| 韭园沟 | 70.1 | 1.4 | 36.0 | 19.2 | 56.6 | 41.5 | 1.9 | 43.4 |
| 王家沟 | 9.1 | 3.3 | 40.6 | 12.1 | 56.0 | 42.9 | 1.1 | 44.0 |
| 羊道沟 | 0.206 | 4.3 | 22.9 | 23.1 | 50.3 | 48.9 | 0.9 | 49.7 |

2 土壤侵蚀特征

2.1 土壤侵蚀模数大、粒径粗

黄丘一副区为水土流失最严重的区域,表现在:一是本区土壤侵蚀模数高,土壤侵蚀量大。表 4 列出了黄土丘陵沟壑区部分土壤侵蚀区域的面积与产沙量。黄河中游侵蚀面积 33.69 万 km²,总侵蚀量 14.71 亿 t,其中侵蚀模数最大的 10 个侵蚀区域中,黄丘一副区就有 9 个,面积占总面积的 4.7%,产沙量占总沙量的 17.3%;侵蚀模数最大的 15 个侵蚀区域中,黄丘一副区有 12 个,面积占总面积的 5.4%,产沙量占 19.4%;本区为粗泥沙的主要产区,无论在数量上,还是粒径上都是北部大于南部,具有明显的分带性。窟野河流域温家川站泥沙平均粒径为 0.158mm(1963~1970 年),无定河白家川站只有 0.070 5mm(1962~1970 年),其它各支流一般也都在 0.05 左右。

表 3 黄丘一副区典型小流域地面坡度分级

| 流 域 名 称 | 流域面积 (km ²) | 各级坡度占总面积比例(%) | | | |
|------------|----------------------------|---------------|--------|---------|------|
| | | 0°~5° | 5°~25° | 25°~30° | >35° |
| 韭园沟 | 70.1 | 12.0 | 6.0 | 40.0 | 22.0 |
| 青阳峁 | 0.369 | 3.7 | 38.7 | 26.5 | 31.1 |
| 羊道沟 | 0.206 | 4.6 | 37.7 | 35.5 | 22.2 |
| 王家沟 | 9.1 | 2.0 | 41.1 | 16.1 | 40.8 |
| 五分地沟 | 7.7 | 31.1 | 56.8 | | 8.1 |

2.2 水土流失类型多样

由于本区气候干旱、大风多、温差大,暴雨多且强度大,加之地貌类型复杂,受水力、风力、温度、土壤、植被地貌等多种因子的共同作用,本地区的水土流失呈现出类型的复杂多样特点,但就总体而言,本区主要受水力侵蚀和重力侵蚀交织作用,北部与毛乌素沙漠和库布齐接壤的地区风蚀严重,黄土及近代堆积物其水蚀与重力侵蚀同步演化并相互影响。一般而言,梁峁地带片蚀向

细沟和浅沟演化,并进一步发展成切沟,最后形成冲沟,冲沟形成后地面切割进一步加剧,地面坡度变陡,重力侵蚀加剧。

表 4 黄土高原侵蚀产沙面积与侵蚀产沙量的累积关系

| 序 号 | 区 间 | 侵蚀模数 | 累计面积 | 累计产沙量 | 累积面积 | 累积产沙量 |
|--------|------------|----------------------|--------------------|----------|------|-------|
| | | (t/km ²) | (km ²) | (万 t) | (%) | (%) |
| 1 窟野河 | 神木—温家川 | 34 889.2 | 1 347 | 4 999.6 | 0.4 | 3.2 |
| 2 皇甫川 | 沙圪堵 | 19 965 | 2 698 | 7 696.8 | 0.8 | 5.0 |
| 3 孤山川 | 高石崖 | 19 228 | 3 961 | 9 825.3 | 1.2 | 6.7 |
| 4 北洛河 | 志 丹 | 15 410.7 | 4 735 | 11 018.1 | 1.4 | 7.5 |
| 5 佳芦河 | 申家湾 | 15 331.9 | 5 856 | 1 273.8 | 1.7 | 8.7 |
| 6 皇甫川 | 皇甫—沙圪堵 | 15 087.6 | 7 704 | 15 525 | 2.3 | 10.6 |
| 7 无定河 | 白家川—绥德—丁家沟 | 15 082.9 | 10 606 | 19 483.5 | 3.1 | 13.2 |
| 8 窟野河 | 新 庙 | 12 605.2 | 12 133 | 21 408.3 | 3.6 | 14.6 |
| 9 湫水河 | 林家坪 | 12 497.9 | 14 006 | 23 149.2 | 4.2 | 16.1 |
| 10 无定河 | 绥 德 | 12 173.3 | 16 430 | 26 700.0 | 4.9 | 18.1 |
| 11 清水河 | 清水川 | 12 111.7 | 17 165 | 27 590.2 | 5.1 | 18.8 |
| 12 北洛河 | 金佛坪 | 11 976.3 | 21 007 | 32 191.5 | 6.2 | 21.9 |
| 13 延 河 | 延安—枣园 | 11 733.1 | 23 496 | 35 111.9 | 7.0 | 23.9 |
| 14 清涧河 | 子长 | 11 692.6 | 24 409 | 36 179.4 | 7.2 | 24.6 |
| 15 屈产河 | 裴沟 | 10 714.7 | 25 432 | 37 275.5 | 7.5 | 25.3 |

2.3 侵蚀分布规律

本区地貌类型可以分为梁峁顶、梁峁坡、沟谷坡、沟谷底几部分,梁峁坡的地面坡度较缓,土壤侵蚀主要为溅蚀和面蚀,梁峁坡的地面坡度一般小于 30°,其上部主要为细沟侵蚀,下部为细沟、切沟侵蚀,沟谷坡的地形极为复杂,侵蚀也非常严重,各种侵蚀形态都有分布,以切沟侵蚀、洞穴侵蚀等重力侵蚀为主。表 5 为韭园沟一次暴雨不同侵蚀形态的侵蚀量调查结果。该区为国家能源化工重地,人类活动的频度较高,大规模的经济开发如不注意搞好水土保持,对环境建设势必造成较大的负面影响,如露天采矿、修筑道路、水利工程、城镇建设、滥垦滥牧等,使大面积的植被遭到破坏,加剧了水土流失。在北部丘陵区,风力侵蚀也非常严重,据观测准格尔沙圪堵>5m/s起沙风速持续时间为 20.9d,而且不同植被情况下的风蚀强度差异很大,如覆盖小于 5%的天然草地,风蚀模数可达 42 000t/km²(1987~1989 年);而地面覆盖度较高时,几乎不存在风蚀。

表 5 韭园沟一次暴雨不同侵蚀形态的侵蚀量比较

| 侵蚀部位 | 形态 | 侵蚀量及其比例 | | 平均侵蚀模数 |
|------|------|-------------------|-------|------------------------------------|
| | | (m ³) | (%) | (m ³ /km ²) |
| 坡 | 面 蚀 | 102 720 | 7.85 | 1 520 |
| | 细 沟 | 591 604 | 45.30 | 8 740 |
| 面 | 切 沟 | 475 779 | 36.45 | 7 040 |
| | 小 计 | 1 170 103 | 89.60 | 17 300 |
| 沟 | 沟头前进 | 6.29 | 0.46 | 2 510 |
| | 沟底下切 | 217 | 0.02 | 90 |
| | 沟岸扩张 | 126 234 | 10.4 | 55 600 |

注:坡面面积 67.65km²,占总面积的 96.5%,沟道面积 2.45km²,占总面积的 3.5%。

3 土壤侵蚀对土地生产力的影响

土壤侵蚀对土地生产力的影响主要表现为因土地质量下降而引起的农作物产量的下降。在

特定的土地投入水平和特定的气候条件下,土地生产力主要受土地质量的制约。

3.1 土壤侵蚀对土地质量的影响

土壤侵蚀对土地质量的影响主要表现在:剥蚀耕层土壤、减少耕层土壤水分及降低耕层土壤肥力 3 个方面。

3.1.1 剥蚀耕层土壤 根据金争平应用地块土壤侵蚀预报模型,对皇甫川流域的分析结果,坡耕地土壤侵蚀年均剥蚀耕层土壤 0.055~1.79mm,坡地草地土壤侵蚀年均剥蚀耕层土壤 0.173~10.75mm。表 6 列举了不同坡度山坡地及覆盖度为 20%的荒坡草地年均土壤侵蚀情况。

3.1.2 减少土壤水分 由于土壤的加速侵蚀能够降低土壤层原有的渗透和蓄水能力而发生超强度径流,所以侵蚀严重的土壤腐殖质层薄、结构差、植被盖度小,蓄渗透力弱的土壤侵蚀性径流增强,降水入渗明显减少。据金争平等对皇甫川流域的坡地土壤水分研究结果,降雨入渗与土壤水分补给具有显著的相关性。入渗多,补给土壤的水分就多,反之径流多,补给土壤的水分就少。水分的流失和蒸散造成坡地土壤水分的严重亏缺。表 7 为皇甫川流域五分地沟试验区 3 种土壤在植被和作物生长季节的湿度,这种结果表明土壤湿度都处于植物需水量的下限状态。

3.1.3 减少土壤肥力 观测表明,土壤有机质和无机矿物养分随土壤侵蚀而损失严重,由表 8 可以看出,每流失 1t 土壤,损失有机质 9.6~2.1kg,损失全氮 0.61~0.14kg,碱解氮 0.051~0.018kg,速效磷 0.005 3~0.001 58kg,速效钾 0.09~0.04kg。

表 6 皇甫川流域山坡地与草地土壤侵蚀情况

| 地类 | 坡度 (°) | 土壤侵蚀量 [t/(hm ² ·a)] | 耕层剥蚀厚度 (mm/a) |
|--------|-----------|-----------------------------------|------------------|
| 耕 地 | 3 | 0.721~1.298 | 0.055~0.093 |
| | 5 | 2.965~6.127 | 0.228~0.437 |
| | 15 | 10.95~25.11 | 0.842~1.79 |
| | 45 | | |
| 草 地 | 3 | 2.243~3.427 | 0.173~0.245 |
| | 5 | 7.383~11.28 | 0.568~0.806 |
| | 15 | 18.18~27.77 | 1.39~1.98 |
| | 45 | 98.57~150.6 | 7.58~10.75 |

表 7 皇甫川流域五分地沟小流域坡地土壤湿度情况 %

| 时 间 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 |
|-------|-----|-----|------|-----|------|
| 砷砂岩土 | 7.1 | 8.5 | 10.3 | 9.6 | 10.9 |
| 黄 土 | 6.6 | 9.6 | 9.2 | 9.5 | 11.8 |
| 风 沙 土 | 5.1 | 8.8 | 7.8 | 9.4 | 9.4 |

注:表中数据为 0~30cm 深土壤湿度,系 1987~1989 年平均值。

3.2 土壤侵蚀对作物产量的影响

通过对本区连续 5a 的小区试验观测资料分析可知(详见表 9),土壤侵蚀对作物产量的影响十分明显。每年由于径流造成的农作物减产平均为 164.40kg/hm²,减产率平均为 9.5%,每年由于土壤养分流失造成的农作物减产平均为 10.98kg/km²,减产率平均为 0.63%。径流减产率明显高于土壤养分减产率,这是因为在降水与施肥水平相近的条件下,因径流损失的土壤水分对作物产量的影响显著高于土壤养分流失对农作物产量的影响。

表 8 皇甫川流域两种坡地土壤年平均养分流失量 kg/(hm²·a)

| 项 目 | 侵蚀模数 | 有机质 | 全氮 | 碱解氮 | 速效磷 | 速效钾 |
|------------|----------|-------|------|------|---------|------|
| 黄绵土 | 16 017.3 | 153.8 | 9.77 | 0.82 | 0.09 | 1.44 |
| 减少养分(kg/t) | | 9.6 | 0.61 | 0.05 | 0.005 6 | 0.09 |
| 砷砂岩 | 31 578.0 | 66.3 | 4.42 | 0.57 | 0.05 | 1.29 |
| 减少养分(kg/t) | | 2.1 | 0.14 | 0.02 | 0.001 6 | 0.04 |

表 9 黄丘一副区土壤侵蚀对糜子产量的影响

| 小区编号 | 侵蚀量 (t/hm ²) | 径流量 (mm/hm ²) | 氮素养分 流失量 (kg/hm ²) | 糜子 单产 (kg/hm ²) | 径流减 产量 (kg/hm ²) | 养分流失 减产量 (kg/hm ²) | 径流 减产率 (%) | 养分流失 减产率 (%) |
|------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------|
| 1 | 13.455 | 415.5 | 1.410 | 1455 | 153.7 | 7.47 | 9.8 | 0.46 |
| 2 | 15.630 | 488.5 | 1.755 | 1605 | 190.65 | 9.66 | 10.6 | 0.54 |
| 3 | 15.105 | 310.5 | 1.800 | 2400 | 190.65 | 14.04 | 7.4 | 0.54 |
| 4 | 18.195 | 424.5 | 1.995 | 1305 | 146.1 | 9.18 | 10.1 | 0.63 |
| 5 | 35.805 | 484.5 | 3.465 | 1050 | 136.2 | 14.55 | 11.5 | 1.21 |
| 平 均 | 19.635 | 410.0 | 2.085 | 1563 | 164.4 | 10.98 | 9.5 | 0.63 |

4 提高土地生产力的有效途径

4.1 全面建立山坡地水土保持综合防治体系。

(1)梁岭坡防护体系。选择土质好、坡度缓的地方修水平梯田；部分缓坡耕地实行草田轮作；梁岭斜坡实行草灌混交；在立地条件好的背风阳坡栽植果树等。

(2)沟沿及沟坡防护体系。沟沿修沟边埂，种植沙棘、柠条等灌木，防止沟沿扩展及沟头前进；沟坡栽植河北杨、柠条及草木樨等，增加植被盖度，减少侵蚀。

(3)沟道防护体系。支毛沟上游筑谷坊，种植杨树、柳树和乌柳等防冲耐湿性树种；沟底营造防冲林及速生丰产林；在沟道中下游打淤地坝；利用主沟道的沟台地修梯田，发展经济林。

4.2 增加土地物质与技术的投入

(1)扩大水源，推广集雨与节水灌溉技术。水分是本区作物产量的主要限制因子之一。必须充分有效地利用本区有限的水资源。因此，千方百计扩大水源，推广集雨与节水灌溉技术是提高本区作物产量的最有效途径。

(2)增施有机肥，合理使用无机肥。肥力也是本区作物产量的主要限制因子之一，本区由于有机肥肥源不足及运输困难等问题，许多地块缺少有机肥，严重影响着作物的产量。今后应在扩大有机肥使用量的同时，提倡 N、P 肥配合使用，推行测土配方施肥或目标产量施肥。

(3)推广农业丰产栽培技术。如地膜覆盖、草田轮作及大垄沟种植技术等。

5 结 语

(1)通过分析土壤侵蚀对土地生产力的影响，结果表明土壤侵蚀对土地生产力的影响主要表现为对土地质量的破坏，以致使作物产量明显降低。

(2)提高本区土地生产力的基本途径为：扩大水源，提高有限水资源利用率，增施有机肥，合理使用化肥；进行农业丰产栽培技术等。

参考文献

- 1 王万忠、焦菊英等. 黄土高原降雨侵蚀产沙与黄河输沙. 北京: 科学出版社, 1996
- 2 荆振民等. 黄丘区坡耕地土壤退化防治措施研究. 人民黄河, 1991(4)
- 3 中科院资源环境科学局主编. 黄土高原小流域综合治理与发展. 北京: 科学技术文献出版社, 1992
- 4 金争平、史培军等. 黄河皇甫川流域土壤侵蚀系统模型和治理模式. 北京: 海洋出版社, 1992