

燕山东段土石山区土壤侵蚀及其特征研究

——以滦平试区为例

谢永生 王恒俊 吕惠明

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
(水利部)

摘要 通过对滦平试区土壤侵蚀及其特征研究,提出了燕山东段土石山区土壤侵蚀的双重特征,及今后的治理重点应转向坡耕地的综合治理,特别是对黄土坡耕地的治理和重力侵蚀的综合防治。

关键词 土石山区 水土流失 侵蚀特征

Study on Soil Erosion and Its Features of Earthy- rocky Mountain Area in Eastern Yanshan Mountain

——A Case Study of Luanping Experimental Area

Xie Yongsheng Wang Hengjun Lu Huiming

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

Abstract Based on the study of the soil and water loss and its features of Luanping experiment area, the double features of soil erosion in earthy- rocky mountain area of eastern Yanshan mountain were put forward. The future stress of controlling should be turned to the comprehensive controlling of the slope farmland, especially, the controlling of loess slope farmland and also the gravity erosion.

Key words earthy- rocky mountain area; soil and water loss; erosion features

燕山东段山区位于密云、潘家口水库集流区,该区的水土流失问题倍受人们关注。为了研究本区水土流失规律及治理途径,我们选择滦平试区进行了治理研究,并对同类地区进行了调查,以期探讨该区的综合治理途径。

1 试区概况

滦平试区位于滦河 3 级支流莽牛河流域,面积 11.89km²。年降水 562.8mm,其中在 6~9

月占年降水量 80% 以上,多阵雨,平均每年较大范围降雨超过 50mm 的暴雨 2~3 次,局部短历时暴雨 5~8 次。水土流失面积占 65.6%。地貌为土石中低山地和山鹿黄土丘陵,自河谷而上依次为河谷川地 黄土梁地 低山土石山地 中山土石山地,分别占总面积 11.0%、5.3%、63.0%、20.7%。人称“八山一水一分田”,是比较典型的土石山区,在燕山东段具有广泛代表性。

2 研究方法

针对该区水土流失规律研究基础薄弱的问题,研究方法采用了:

(1) 典型区域详查、设施观测和室内分析相结合的方法。编制了 1/5 000 侵蚀类型图、土层厚度图、坡度图、土地利用现状图;布置了坡耕地、天然草地、8 年生刺槐林地及荒坡草地+ 鱼鳞坑径流观测小区。坡耕地又选取了 14°、22°、27° 三种坡度,其中 14°、22° 坡耕地观测小区为黄土母质,27° 坡耕地及其它利用类型均为砂页岩母质;建立小流域径流观测站一处。

(2) 类同地区路线调查。

3 研究结果

3.1 侵蚀类型及其分布

燕山东段地处华北平原向内蒙古高原、森林草原带向草原带的过渡地带,土壤侵蚀也处于两大侵蚀类型交汇区:一是西北边缘地区,土壤侵蚀以风蚀为主,水蚀有中度发生。二是中部和东南部广大区域,土壤侵蚀以水蚀为主,重力侵蚀和风蚀有中度、轻度发生。

3.1.1 重力侵蚀 主要发生在局部河床曲流凹岸处、采石场、阳坡坡度大、植被稀疏的地带。类型主要为泻溜、崩滑,是侵蚀推移质的主要来源地,常造成河道淤塞或抬高河床,危害性极大。

3.1.2 风蚀 发生在春季,由于冬春干旱少雨,且多大风,在此期间地表裸露,土壤经冬春的冻融作用,表面疏松,抗蚀性减弱,特别是分布在梁头、沟口及迎风坡的坡耕地,风蚀发生较为显著。

3.1.3 水蚀 发生范围广,集中发生在 6~9 月,多阵雨,冲刷力强,危害性大。类型有面状片蚀、鳞状片蚀、细沟侵蚀、浅沟侵蚀、切沟侵蚀。其中面状片蚀和鳞状片蚀面积最大,分别占流失面积的 23.5% 和 65.5% (见表 1)。海拔小于 530m 的河谷川平地、梯田、条田侵蚀强度为零或微度见表 2。海拔 530~600m 的黄土梁峁坡耕地及土石山地下部黄土沟坡地以面状片蚀和细沟侵蚀为主,该区水土流失严重,为中度、强度侵蚀。局部地形破碎,浅沟和切沟发育明显,重力侵蚀活跃,为强度和极强度侵蚀。海拔 600m 以上的中、低山地,多为林草覆盖,以鳞状片蚀为主,其中阳坡为中度、强度侵蚀,阴坡为轻度侵蚀。

表 1 滦平试区水土流失类型面积

| 流失类型 | 片 蚀 | | 沟 蚀 | | | 合计 |
|-----------|-------|-------|------|------|------|-------|
| | 面状片蚀 | 鳞状片蚀 | 细沟侵蚀 | 浅沟侵蚀 | 切沟侵蚀 | |
| 面 积 | 183.7 | 511.4 | 54.6 | 23.9 | 7.2 | 780.8 |
| 占流失面积 (%) | 23.5 | 65.5 | 7.0 | 3.1 | 0.9 | 100.0 |

表 2 滦平试区侵蚀强度类型面积

Tab. 2 The different soil erosion intensity area in the Luping experimental area hm^2

| 侵蚀强度 | 零~微度 | 轻度 | 中度 | 强度 | 极强 | 合计 |
|---------|-------|-------|------|------|------|--------|
| 面积 | 407.9 | 663.4 | 83.8 | 26.3 | 7.2 | 1188.6 |
| 占总土地(%) | 34.32 | 55.82 | 7.05 | 2.21 | 0.60 | 100.00 |

3.2 不同土地类型水土流失状况

为了便于研究,把试区土地类型按流失特点,利用现状划分为:农耕地、林草地、沟谷陡崖、河床道路 4 类。面积依次占流域的 29.53%、70.10%、0.34%、0.03%(表 3)。其中发生水土流失的荒山荒坡地、坡耕地、道路、沟谷陡崖的面积分别占流失面积的 57.8%、41.81%、0.33% 和 0.05%。根据径流场观测与雨后对道路侵蚀量、沟谷陡崖泻溜及推移质的计算,单位面积流失量依次为沟谷陡崖泻溜>道路>坡耕地>荒山荒坡地,单位面积流失量之比依次为 6 413.1 160.0 129.8 1。一般降雨年份,27 砂页岩质坡耕地与 14、22 黄土坡耕地单位面积流失量之比为 1 1.87 2.22(见表 4),说明黄土坡耕地流失最严重。

表 3 三地沟门小流域基本情况

Tab. 3 The basic information of the Sandigoumen small watershed

| | 农耕地 | 林草地 | 道路 | 沟谷陡崖 | 合计 |
|-----------------|-------|-------|-------|---------|--------|
| 地类面积(hm^2) | 32.19 | 76.41 | 0.37 | 0.03 | 109.00 |
| 占百分比(%) | 29.53 | 70.10 | 0.34 | 0.03 | 100 |
| 流失面积(hm^2) | 23.97 | 33.14 | 0.19 | 0.03 | 57.33 |
| 占百分比(%) | 41.81 | 57.81 | 0.33 | 0.05 | 100 |
| 流失量(t/hm^2) | 41.05 | 0.34 | 54.16 | 2170.84 | |

表 4 92~94 三地沟门不同坡耕地观测结果

Tab. 4 The observed results of different slope farmland in the Sandigoumen watershed (1992~1994)

| 时间 (年) | 产流降雨量 (mm) | 产流次数 (次) | 14 黄土坡耕地 | | 22 黄土坡耕地 | | 27 砂页岩坡耕地 | |
|-----------|---------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | | | 径流量 | 冲刷量 | 径流量 | 冲刷量 | 径流量 | 冲刷量 |
| | | | (m^3/hm^2) | (kg/hm^2) | (m^3/hm^2) | (kg/hm^2) | (m^3/hm^2) | (kg/hm^2) |
| 1992 | 438.0 | 15 | 1603.3 | 56752.5 | 1115.3 | 62274.0 | 132.0 | 488.3 |
| 1993 | 90.1 | 4 | 144.5 | 1006.5 | 42.4 | 525.0 | 21.8 | 1154.5 |
| 1994 | 432.4 | 7 | 1154.5 | 26428.2 | 1231.0 | 36890.2 | 788.6 | 43318.5 |

根据作者另文(滦平试区土壤侵蚀特征及径流泥沙来源初步分析)研究结果:试区 8°~15°、15°~25°、25°~35° 坡耕地、荒山荒坡地、道路、沟谷陡崖的侵蚀量分别占流域总产沙量的 45.14%、30.49%、0.84%、0.99%、0.71%、21.83%。坡耕地、沟谷陡崖分别占 76.47%、21.83%。

3.3 陡坡开荒引起的土壤侵蚀退化过程

由于山区耕地缺乏,陡坡开荒现象屡见不鲜。为此研究陡坡开荒导致的土壤侵蚀退化过程,观测结果见表 5、6。

表 5 陡坡(27°)荒地开垦后水土流失状况的演变

Tab. 5 The development of the water and soil loss of the exploited washeland of steep slope

| 土名 | 观测时间 (年) | 产流 降雨 (mm) | 开垦地 | | | | 未垦封育荒地 | | | | 作物 | | |
|-------------|-------------|------------------|---------|---------------------------------|-------|--------------------|--------|-------------|---------------------------------|-------|-------|--------------------|-------|
| | | | 开垦年限(a) | 年径流量 | | 年冲刷量 | | 草被盖 度(%) | 年径流量 | | | 年冲刷量 | |
| | | | | m ³ /hm ² | 94/92 | kg/hm ² | 94/92 | | m ³ /hm ² | 94/92 | | kg/hm ² | 94/92 |
| 砂页岩质 粗骨土 | 1992 | 438.2 | 1 | 132.0 | | 488.3 | | < 50 | 114.2 | | 338.5 | | 赤豆 |
| | 1993 | 91.0 | 2 | 21.8 | 6.0 | 1154.5 | 96.6 | 50~60 | 15.5 | 0.4 | 36.6 | 0.08 | 赤豆 |
| | 1994 | 432.4 | 3 | 788.6 | | 43318.5 | | > 75 | 49.3 | | 28.5 | | 刺槐 |

表 6 27°砂页岩质粗骨土荒坡开垦后土壤理化性质退化过程

Tab. 6 The degrading process of soil physical and chemical characteristics of the exploited sandstone-shale Rhodosol wasteland on the slope of 27°

| 土壤理化性质 | | 有机质 (%) | 全氮 (%) | 全磷 (%) | 碱解氮 (%) | 速效磷 (mg/kg) | 机械组成(%) | | |
|----------|-------|------------|-----------|-----------|------------|----------------|---------|------------|------------|
| | | | | | | | > 1(mm) | 1~0.25(mm) | < 0.25(mm) |
| 采样 | 未垦前 | 2.651 | 0.146 | 0.094 | 118.0 | 22.2 | 51.6 | 1.4 | 47.0 |
| 时间 | 垦后第三年 | 1.929 | 0.116 | 0.056 | 151.1 | 12.35 | 64.9 | 30.3 | 19.7 |
| 垦前比垦后增减值 | | - 0.722 | 0.03 | - 0.038 | + 33.1 | - 9.85 | + 13.3 | + 28.9 | - 27.3 |

由表 5、6 可见,陡坡荒山开垦后,水土流失迅速加剧,3 年径流量增加了 6 倍,冲刷量增加近百倍。土壤养分降低,颗粒变粗的贫瘠化、砂砾化退化过程明显显现出来。土壤有机质、全氮、全磷和速效磷分别降低 0.722%、0.03%、0.038% 和 9.85mg/kg。唯碱解氮有所增加,这可能与有机质矿化及种植豆科作物有关。土壤机械组成中砾石(> 1mm)和粗砂(1~0.25mm)的含量百分比分别由 51.6% 和 1.4%, 提高到 64.9% 和 30.3%, 而小于 0.25mm 的较细颗粒(粉粒、粘粒及细砂)却由 47.0% 减少为 19.7%。砂砾化的原因一方面是由于较细的颗粒流失减少,另一方面与耕垦过程加速了砂页岩质砾石的物理崩解过程,形成了较多的粗砂和小砾石有关。

3.4 水土流失特征

3.4.1 具有北方土石山区与黄土高原双重流失特征 径流量大,水势猛,悬移质和推移质含量均较高。燕山属水蚀类型区第 3 区:北方山地丘陵区,土石山地占 83.7%,但在浅山丘陵区广泛覆盖着黄土,侵蚀特征既不同于黄土高原,也不同于单纯的土石山地,兼具二者特征。土石山地,土层薄,质地粗,一般有效土层为 10~20cm,其中约 60% 在 10cm 以下,大于 1mm 的石砾和粗沙约占 51.60%。因而土壤入渗率大,蓄水容水力小,暴雨时降雨渗入地下,形成潜流,沿基岩面迅速向山体中、下部汇集,形成有强大冲刷力的股流,易引起突发性山洪和泥石流,是沟道推移质的主要来源。黄绵土梁丘地,土层厚度一般 0.7~2.0m,质地均一,疏松多孔,总孔度 56.44%,其中非毛管孔隙仅有 4%~5%,为粗骨土的 1/4 左右,有机质缺乏,为粗骨土的 47%(见表 7),水稳性团粒含量少,水稳指数仅为粗骨土草地的 0.13。黄绵土抗蚀性差,遇雨易水分散悬移。是径流中悬移质的主要来源。因而本区水土流失具有水大势猛,悬移质和推移质含量均高的特点。

3.4.2 年径流泥沙由少数几次强烈暴雨造成 据三地沟小流域径流观测站观测资料:1992 年年降雨 608.4mm,6~9 月共降雨 37 次,几乎全部为降雨。其中暴雨 6 次,观测站观测

到径流 11 次,7 月 25 日及 9 月 6 日两场大暴雨形成的径流量与冲刷量,分别占年径流量和冲刷量的 93.4% 和 91.1%。这种流失现象虽具普遍性,但对于土石山区更具代表性和危害性。

表 7 黄绵土和粗骨土的基本性质

Tab. 7 The basic characteristics of the Huangmian soil and Rhogosol soil

| 土壤 | 采样深度 (cm) | 毛管孔隙度 (%) | 总孔隙度 (%) | 容重 ($\frac{g}{cm^3}$) | 机械组成(%) | | | | | | | 有机质 (%) | |
|-----|--------------|--------------|-------------|----------------------------|---------------|----------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------|------------|----------------|
| | | | | | > 1.0 (mm) | 1~0.25 (mm) | 0.25~ 0.05 (mm) | 0.05~ 0.01 (mm) | 0.01~ 0.005 (mm) | 0.005~ 0.001 (mm) | 0.001 (mm) | | < 0.01 (mm) |
| 黄绵土 | 0-10 | 51.79 | 56.44 | 1.18 | - | 0.30 | 14.63 | 15.96 | 9.62 | 22.40 | 37.09 | 69.11 | 1.25 |
| 粗骨土 | 0-10 | 43.95 | 61.86 | 1.05 | 51.60 | 1.36 | 1.72 | 2.27 | 7.84 | 14.70 | 20.52 | 22.54 | 2.65 |

3.4.3 水土流失主要发生在 7、8 两个月,前期较后期严重 根据观测:7、8 两月的产流次数占全年的 75%~86%。若以 7 月 31 日为界,分为前、后两个时段,无论径流量如何变化,也不论是坡耕地,还是林、草地,前期冲刷量总是大于后期,前期冲刷量约占全年的 70%~80%;特别是径流含沙量,坡耕地前期为后期的 1.4~5.0 倍,林草地为 1.1~3.0 倍。这种流失规律主要是 7 月份以前,由于土壤经过冬、春的冻融过程,表层疏松,此时天然植被与农作物的覆盖度及根系发育,均未达到最佳,土壤抗冲蚀能力弱。尤其是坡耕地受春播、中耕等农事活动的人为加速侵蚀作用,特别是玉米管理中,普遍存在的毁垄中耕现象,使耕种时形成的沟垄,几经中耕,近乎捣平,丧失了拦泥、蓄水效能,大大增加了土表的冲刷作用。所以导致前期土壤冲刷量最大。可见玉米生长前期是水土保持的关键时期,若能恰当的采取少耕法、中耕培土串堆子等水土保持耕作措施,则可取得事半功倍的水土保持效益。

4 结果与讨论

(1) 径流泥沙的 70% 左右,来自占土地面积不足 30% 的耕地,有 20% 左右的粗沙及砾石主要来自荒山荒坡及沟谷陡崖。以往人们总是把治理的重点放在了荒山荒坡的综合治理上。作者认为燕山山区在经过“七五、八五”的水土流失综合治理的基础上,今后的治理重点应转向坡耕地的综合治理,并在荒山荒坡的治理中突出对重力侵蚀的综合防治。

(2) 坡耕地中黄土坡耕地的侵蚀量占坡耕地总侵蚀量的 90% 以上,由于黄土生产性能良好,多已开垦利用,面积占耕地面积的 70% 以上,但多数土层厚度仅 0.7~2m,若按目前年表土层流失 0.5~1.0cm 计算,少则 50a,多则 200a,绝大多数将丧失其良好的生产性能,因此坡耕地的治理中黄土坡耕地的综合治理刻不容缓。

(3) 本区水土流失特征具有双重性,特别是发生在汛期前期由少数几次强烈暴雨形成的土壤流失,占到年侵蚀量的 70%~80% 以上。若遇特大暴雨,极易造成特大灾害,在今后的治理中应依据这些流失特点加强防范。

参考文献

- 1 谢永生,王恒俊,吕惠明等.滦平试区土壤侵蚀特征及径流泥沙来源初步分析.见:康庆禹等.承德赤峰贫困山区开发治理与试验研究.北京:科学技术出版社,1994.
- 2 王恒俊,谢永生,吕惠明等.燕山东段山区土壤资源特征及开发与保护途径.见:康庆禹等.承德赤峰贫困山区开发治理与试验研究.北京:科学技术出版社,1994.
- 3 宋秀清.滦河流域水土流失及其防治对策.水土保持通报,1993,(1)