

黄土丘陵区坡耕地土地退化研究

陈奇伯¹, 齐实², 孙立达², 吴晓伟³

(1. 西南林学院, 云南 昆明 650224; 2. 北京林业大学, 北京 100083; 3. 宁夏西吉县农田建设办公室, 宁夏 西吉 756200)

摘要: 采用宏观调查和微观实验相结合, 测试分析和定位观测相结合的方法, 对黄土丘陵区坡耕地主要由水土流失造成的土地退化进行了研究。结果显示, 黄土丘陵区坡耕地的水土流失不仅造成表层耕作土壤变薄和地表径流损失, 还造成表土养分流失、土壤物理性能变差、土壤水分入渗能力下降。土地退化的最终结果是土地生产力的下降, 干旱年份水土流失造成不同坡度坡耕地不同农作物的粮食减产幅度达21.9%~80.0%。

关键词: 水土流失; 养分流失; 土壤入渗; 土壤物理性质; 土地生产力; 土地退化

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2004)01-0012-04

中图分类号: S157.1

Land Degradation of Slope Fields in Hilly and Gully Areas of Loess Plateau

CHEN Qi-bo¹, QI Shi², SUN Li-da², WU Xiao-wei³

(1. Southwest Forestry College, Kunming 650224, Yun'nan Province, China; 2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Agricultural Construction Office of Xiji County, Xiji 756200, Ningxia Hui Autonomous Region, China)

Abstract: With the methods of combining macroinvestigation with microexperimentation, and test analysis with site observation, land degradation caused by soil and water loss on slope fields is studied in hilly and gully areas of the loess plateau. The results show that soil and water loss on slope fields not only brings about surface runoff loss and topsoil fertility decline, but also causes the soil nutrient loss, soil physical property damage and weakened soil infiltration capacity. The direct result of soil degradation is the reduction of land productivity. The impacts of soil and water loss in different slope fields under different crops are productivity losses of between 21.9% and 80.0%.

Keywords: soil and water loss; soil nutrient loss; soil infiltration; soil physical property; land productivity; land degradation

土地退化是指在各种自然和人为因素影响下, 导致土地农业生产能力或土地利用和环境调控能力下降甚至完全丧失的物理、化学和生物学过程^[1]。黄土区70%的地面覆盖了第四纪黄土, 其余为第三纪红黏土、基岩和其它松散堆积物。黄土质地均匀, 结构疏松, 富含钙质, 遇水很容易崩解分散, 抗蚀性极弱。黄土高原地处大陆腹部, 降水不足, 且年际与年内分布不均, 植被覆盖率低。该地区大面积分布的坡耕地是入黄泥沙的主要策源地, 坡面坡度陡、雨季地表裸露时间长、人为活动频繁、水土流失严重, 结果造成了一系列严重的土地退化现象, 最终导致土地生产能力、生态功能和环境调控能力降低甚至丧失。研究黄土丘陵区坡耕地这一环境敏感地类的退化问题, 对该地区坡耕地综合治理与开发具有现实的指导意义。

1 研究区概况

研究区宁夏回族自治区西吉县, 属黄土丘陵沟壑区第5副区。全县总土地面积3144 km², 其中黄土丘陵区面积2600 km²。地带性土壤以黑垆土面积最大, 占各土壤类型面积的87.8%, 其中又以绵黄土分布最广。多年平均降水量382.2 mm, 主要集中在7—9月, 占全年降水量的65.6%。

灾害性的天气尤其是以旱灾最为突出, 旱灾给予当地的农业生产、群众生活带来了很大的损失。宁夏回族自治区西吉县目前存在粮食单产比较低而且不稳定、农产品商品率低、人均收入低、地力瘠薄、施肥水平低、农村能源缺乏、文化教育落后等严重的制约农村经济和社会发展的障碍因素。

收稿日期: 2003-03-29

资助项目: 云南省教育基金项目(02ZY059); 国家“九五”科技攻关项目(96-004-05-10)

作者简介: 陈奇伯(1965—), 男(汉族), 甘肃省通渭县人, 博士, 副教授。主要从事土壤侵蚀与流域管理方向的教学与科研工作, 发表论文20余篇。电话(0871)3862778, E-mail: chenqb2000@21cn.com。

2 坡耕地地表径流损失和耕作层变薄

天然降水是黄土丘陵区坡耕地补给土壤水分的惟一源泉,而每年有不等程度的降水资源在缺乏任何水土流失控制措施的坡耕地上形成地表径流而损失,暴雨和地表径流是该地区严重水土流失的原动力。根据20世纪80和90年代的多年径流小区观测资料,宁夏黄土丘陵区不同坡度 5° 、 15° 和 20° 坡耕地的平均年径流深分别为5.3、6.5和17.4 mm^[2]。产流特点一般表现为,在低雨强的降雨过程中,当产流量和流速都小时,由于坡度的增大而相应延长的汇流路程,使径流在集流过程中的入渗机会增加,径流总量减少;随着降雨强度增大,坡度由缓变陡时,流速逐渐增大,产流量也不断增加。年产流总量主要受少数几次大暴雨的控制。

黄土高原是我国土壤侵蚀最严重的地区,年侵蚀总量达 2.20×10^9 t以上,给黄河流域的资源开发与环境治理带来极大的不良影响,成为我国最大的环境问题之一。

根据国家“七五”科技攻关成果中建立的该地区坡面土壤流失预报方程,并通过径流小区泥沙观测资料和水库泥沙淤积测量结果检验,宁夏西吉县 10° 、 15° 和 20° 坡耕地的土壤流失量,相当于每年流失表土3.5、6.7和10.6 mm^[3]。与水利部颁布的黄土丘陵区土壤侵蚀分级标准相对照,西吉县坡度在 10° ~ 20° 之间坡耕地的土壤侵蚀已属强度侵蚀, 20° 坡耕地已接近剧烈侵蚀标准。

3 坡耕地表土养分流失

在坡耕地水土流失过程中,首先降雨雨滴与土壤表面作用,分散土壤颗粒,地表产流后,径流冲刷土壤,土壤固相土粒和可溶性营养元素进入到径流中。在发生水土流失时,土壤养分流失呈现2种主要形式,一种形式是表层土壤养分随着土壤固相颗粒被径流搬运,从原地迁移出去,从而发生流失,这些随土壤固相流失的养分中,一部分是土壤颗粒中所包含的营养元素,另一部分是吸附在土壤颗粒表面的养分;另一种形式是土壤中可溶性营养元素或有机成分以溶解质的形式随径流而流失。土壤养分流失的形式和数量与径流和流失土壤的特性有密切关系。

3.1 土壤流失引起的养分流失

根据在西吉县国家“九五”攻关示范小流域黄家二岔的坡耕地土壤理化性质测定,土壤养分含量有机质、全N、碱解N、全P和速效P均表现出了耕作层高于下层土壤的情况,地表0~20 cm土层的养分指

标有机质、全N、碱解N、全P和速效P比以下20~40 cm土层分别高9.4%、9.2%、33.8%、9.2%和4.1%。因此表层较肥沃土壤流失后,残留的下层土壤养分肥力状况就较差,要继续耕作,施肥投入就需额外增加。根据表层土壤和流失土壤的养分含量比较结果,从同一地块收集到的流失土壤样品养分含量均高于表土层养分含量,说明流失土壤有选择地带走了大量附着土壤养分的细颗粒。测定结果显示,流失土壤的有机质、全N、碱解N、全P和速效P含量分别为表层土样的2.2、2.2、3.8、1.0倍和1.54倍,养分富集现象明显^[4]。

在坡面发生土壤流失和径流搬运的过程中,土壤中的细颗粒容易起动而首先被径流所携带。由于侵蚀作用而流失的土壤是由土壤团聚体和不同粒径的土壤颗粒组成,流失土壤在颗粒组成和对养分的吸附能力上与原地土壤相比较,相对地富集了细的土壤颗粒,细的土壤颗粒吸附了比较多的营养元素。在一般情况下,营养物质与固相土粒的粒径大小有密切的关系,小粒径的土壤颗粒中有机质和养分元素的含量相对较高,这就导致了侵蚀区原地表与流失土壤中养分含量上存在一定的差异性,因此,流失土壤中的养分相对富集。

3.2 径流损失引起的养分流失

根据2000年在宁夏西吉县黄家二岔小流域对当年第2场坡耕地产流降雨的地表径流和天然降雨水样测定结果,地表径流水样的全N和全P含量分别为2.315 mg/kg和0.112 mg/kg,天然降雨的含量分别为0.925 mg/kg和0.008 mg/kg。而流失土壤的养分含量全N和全P分别是0.210%和0.064%。说明随地表径流流失的表土养分比流失土壤中的养分低很多,流失土壤中的全N含量是地表径流与天然降雨全N含量之差的1511倍,全P为6154倍。从总量来说,选择试验区丘陵浅黑垆土、坡面坡度为 10° 坡耕地的年土壤流失总量和地表径流总量进行计算,从土壤中每年流失的全N总量为8.26 t/(km²·a),全P为3.63 t/(km²·a);而从地表径流中流失的全N总量和全P总量分别为6.64 kg/(km²·a)和0.50 kg/(km²·a)。

因此,坡耕地水土流失造成的表土壤养分流失,主要来自流失土壤,与之相比,随地表径流流失的表土养分可忽略不计。然而,地表径流是引起土壤流失的直接动力,径流冲刷和土壤流失是相得益彰的,地表径流的流量、流速及上方来水的含沙量等因素直接影响其进一步挟带泥沙的能力。因此,虽然地表径流本身携带土壤养分的能力不强,但由它导致的表层流

失土壤却吸附和携带大量养分随同泥沙一起下泻,造成了土壤肥力的下降和土地生产力的不断衰退。

4 坡耕地土壤物理性能下降

由于耕作、施肥、田间管理、作物根系固结等人为作用的影响,表层土壤比较疏松,团粒含量较多,蓄水能力较强。实验结果表明,表土0~20 cm土层的土壤物理性能指标均好于下层土壤,其中土壤容重比下层土壤低8.8%,毛管孔隙度、总孔隙度和非毛管孔隙度分别比下层土壤高5.5%、6.0%和30.7%。但是,裸露坡耕地遭暴雨雨滴打击和径流冲刷后,表层土壤发生板结,土壤空隙堵塞,细颗粒土壤被冲走,粗颗粒泥沙留在土壤表层,土壤结构衰退。另外,下层土壤结构本身比较紧实,一旦表层熟化土大量流失,下层土壤还要经过不断耕作、改良更新,土壤结构才能逐渐得到改善。

5 坡耕地土壤入渗性能降低

入渗是水分渗入土壤的过程,是土壤水分循环的重要环节。黄土区土壤水分的来源、运动、保持和贮存等都取决于土壤入渗,渗入土壤的水分也是作物根系吸收利用水分的重要来源。实验选择原未扰动土层、铲去表土10 cm和20 cm表土等3个不同处理,对土壤的入渗过程用双环法进行了测试。结果表明,未扰动表土层的入渗过程比较平缓,不同时段入渗速率都较高,达到稳渗的时间较迟缓;而铲去不同厚度表土层后,浸润干土阶段需水量仍然较大,土壤的入渗速率开始时较高,但下降速度较快,达到稳渗的时间较短。未扰动表土层的土壤稳渗速率比铲去表土层10 cm和20 cm土层的稳渗速率分别高13.4%和46.7%。达到稳渗的时间、同一累计时间的入渗总量及入渗饱和土层深度都有同样的变化趋势。说明坡耕地发生不同程度土壤流失后,土壤入渗性能降低,蓄水保水能力下降。

6 坡耕地土地生产力下降

黄土区坡耕地经高雨强暴雨打击后,坡面表层土壤受雨滴作用,土体结构被破坏,土壤孔隙被堵塞,水分下渗受阻,降水资源多以径流形式汇集,表层土壤及其养分受损流失,作物生长所需水分和养分供应不足,从而造成作物生长发育不良和最终产量减少与质量下降。水土流失对作物产量的影响是水土流失引起土地退化的综合体现。本研究采取不同的实验方案,观测了径流损失和土壤流失分别引起的作物产量下降值。土壤流失对作物产量影响试验选择宁夏西吉县

种植面积最大的粮食作物马铃薯、春小麦、豌豆和油料作物胡麻为指示作物;径流损失对作物产量影响试验选择马铃薯和春小麦为指示作物。

6.1 土壤流失引起的土地生产力下降

铲去不同厚度表土处理的小区作物栽培试验结果说明,铲去表土5、10 cm和20 cm后,各供试作物产量都有不同程度减少,并随表土层铲去厚度的增加,减少幅度上升。对于不同作物品种,春小麦和胡麻以上层表土对其生物量的影响最大,铲去表土5 cm时,每减少1 cm表土产量下降幅度分别为3.14%和1.87%;而铲去表土10 cm和20 cm后,每减少1 cm表土的减产幅度大为减低。马铃薯和豌豆在铲去不同程度表土后,每减少1 cm表土的减产幅度大致相同,马铃薯平均为0.96%,豌豆平均为2.22%。

6.2 径流损失引起的土地生产力下降

表土人工堆积耕作层熟化土处理的不同坡度径流小区作物栽培试验结果表明,坡耕地坡度从10°增大到15°时,每损失1 mm径流,春小麦产量下降幅度比较大,平均为21.6%,而当坡度从15°增大到25°时,每损失1 mm径流的产量下降幅度比较小,为6.5%,不同坡度间的加权平均值为9.7%。在10°~20°之间,马铃薯每损失1 mm径流,产量下降幅度变化不大,在4.7%~5.4%之间,平均为5.0%,相当于春小麦的1/2。说明,春小麦产量受径流损失的影响比马铃薯几乎大1倍。

由于年际降水量和降水分布不同,土壤流失强度和径流损失大小不同,对不同作物产量的影响也不同。特别在降雨偏少和年内分布极不均匀的年份,在作物生长受到严重水分胁迫的情况下,这种影响会更加突出。根据干旱年份1994—1996年对春小麦和豌豆的轮作连续试验,在10°~20°坡耕地上,水土流失对春小麦产量的影响为42.8%~80.0%,对马铃薯产量的影响为21.9%~40.7%。

根据西吉县土地利用结构和种植业结构的变化计算,1987和1994年因水土流失造成的粮食减产分别是当年实际粮食总产量的28.1%和16.8%。

7 其它土地退化过程

水土流失对坡耕地的侵蚀蚕食,还会使该地区的可耕地面积不断减少。根据在宁夏南部黄土丘陵区的典型调查,每年由于沟谷扩展,损失土地333.3~400.0 hm²。黄土地区的坝库岸边侵蚀也十分活跃,由于库岸崩塌,每年也损失大量土地。

黄土区水土流失所造成的异地坝库淤积损失也十分严重。三门峡水库由于泥沙淤积迅速不得不改

建。据黄河水利委员会的调查^[6],黄土高原1950—1980年修建的各类水库,至20世纪90年代末,库容淤积平均已超过60%。黄土区坡耕地水土流失也是黄河下游河道的淤积,历史上是决、溢、泛滥的主要原因。解放后,黄河溃决虽已得到遏制,但在下游一些河段已成为地上悬河,严重威胁着河堤两岸人民群众的生命财产安全。

黄土区水土流失致黄河一些河段水质大大降低。黄河水的污染物除来自生产和生活污染源以及矿山、煤田开发的废弃物外,主要受侵蚀泥沙污染,尤其是细颗粒泥沙影响最大。实验表明,细颗粒泥沙不仅对氮、磷、钾,有机质,碳酸钙等营养物质有很强的吸附力,而且对砷、汞等有害物质也有很强的吸附能力。据黄委会在黄土区典型流域淤积泥沙中对有害物质的测试分析^[6],砷的含量比耕地高8.6%,汞的含量高70%,细颗粒泥沙的表面积大,表面能也大,当其与含有污染元素的水溶液接触时,能将污染元素吸附代替,从而将水溶液中的有害物质转移到泥沙上来。所以,水土流失所造成的泥沙下泻和淤积是导致河流水质污染的重要原因之一,它将广大地表含量不高的有害物质,富集于泥沙表面,污染水体,危害人畜。

8 结 论

坡耕地是黄土丘陵区生态功能最脆弱的土地类型。长期以来,严重的水土流失使陡坡耕地表层土壤的腐殖质层丧失殆尽,耕作熟化土层不断变薄,土壤

养分随流失土壤和地表径流不断损失,土壤理化性能不断恶化,土壤水分入渗能力不断下降,土地生产生物产品的能力逐渐降低。如果坡耕地土地质量不断退化的动力条件得不到遏止,黄土丘陵区的生态环境就不可能从根本上得到改善,社会经济的全面发展也会受到严重制约。因此,根据该地区土地退化的机理,采取切实可行的措施,缓坡耕地逐渐平整梯田、陡坡耕地逐步退耕还林还草,并不断提高水资源的利用效率,调整土地利用结构和产业结构,这一地区生态环境恶化和土地退化等影响社会经济发展的障碍问题将逐渐得到缓解和解决。

[参 考 文 献]

- [1] 南方红壤退化机制与防治措施研究专题组编著. 中国红壤退化机制与防治[M]. 北京:中国农业出版社,1999. 1—2.
- [2] 陈奇伯,齐实,孙立达,等. 半干旱黄土丘陵区坡耕地径流损失对土地生产力影响研究[J]. 水土保持通报, 2001,21(6):18—21.
- [3] 孙立达,孙保平,赵廷宁,等. 西吉县黄土丘陵沟壑区小流域土壤流失量预报方程[J]. 自然资源学报,1988,3(2):141—153.
- [4] 陈奇伯,齐实,孙立达,等. 宁南黄土丘陵区坡耕地土壤侵蚀对土地生产力影响研究[J]. 北京林业大学学报, 2001,23(1):34—37.
- [5] Pierce F J, Dowdy R H, Larson W E. Soil productivity in the corn belt: An assessment of erosion's long-term effects[J]. J. Soil and Water Cons,1984(2):131—135.

浅谈烧荒及其解决措施

烧荒,是指人为地点燃田野上的牧草,使其成片焚烧。鉴于烧荒的危害性大,且在农村具有普遍性,针对这一问题,结合沂蒙山区的实际,作了一些探讨,以期能为解决烧荒问题提供一点借鉴。

就沂蒙山区来说,烧荒的主要表现形式有4种。(1)农民在野外上坟烧香燃纸时引起的烧荒,约占总烧荒数的40%;(2)农民在田头焚烧庄稼秸秆时引起的烧荒,约占25%;(3)有些少年在野外点火取乐时引起烧荒,约占15%;(4)农民在野外劳动或照明、野饮或吸烟,因不慎而引起的烧荒,约占10%。本来,在山丘地区,牧草是表层土壤的有效保护层,它能遮挡暴雨的袭击,使土壤免受冲击;能拦缓径流,削减洪峰,使暴雨难以成灾。由于降雨时雨滴顺着草根进入土壤,使土壤含水量增加,形成土壤水库,可提高抗御旱灾的能力。但烧荒过后,以上优势荡然无存,随之而来的是土、肥流失,水资源流失。

就沂蒙山区来看,1a生禾草类牧草约占全部牧草的80%左右,而1a生牧草是以种子为主繁衍的。这类牧草特怕焚烧,一旦遇烧,草种随草体一同化为灰烬。所烧之处,来年一般成为无草区,要使其恢复到原来的状态,至少需经过3~5a的自然修复。在烧荒过程中,浓烟使空气中的二氧化硫浓度增加,并产生诸如硫化氢、甲烷、氨气等有害气体。同时,焚烧过的草场生态被破坏,一些有益微生物被烧死,不能正常分解植物残骸,破坏了自然生态循环。

除此之外,烧荒还可能引起树木、柴草垛、房屋的着火,严重者危及人和牲畜的生命。

要解决烧荒问题:(1)加强教育,破除迷信,增强农民的草场防火意识;(2)制订乡规民约,建立草场防火约束机制;(3)引导农民充分利用牧草,减少牧草的野外积存(特别是冬季);(4)适度组织放牧,提高草场载畜量,减少牧草遗弃;(5)更新牧草品种,推进牧草产业化进程,使农民切实看到牧草的高效益,从而加强草场保护,杜绝烧荒现象。

(李松梧¹, 王培合¹, 耿宗琴² 1. 沂水县水保局, 山东 沂水 276400; 2. 沂水县林业局, 山东 沂水 276400)