

沙漠化对土壤风蚀的影响 ——以青海共和盆地为例*

封建民¹, 赵敏宁¹, 王涛²

(1. 咸阳师范学院 资源环境与城市科学系, 陕西 咸阳 712000; 2. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所 兰州 730000)

摘 要: 沙漠化程度对土壤风蚀强度具有重要的影响, 一个区域的沙漠化程度在一定意义上可以预示该地区的土壤风蚀程度, 探讨二者之间变化关系具有重要意义。以青海共和盆地为例, 对该地土壤风蚀随土地沙漠化程度的变化进行探讨, 得出共和盆地强烈发展中沙漠化土地年增长率为 2.7%, 严重沙漠化土地增长率为 1.2%。当严重沙漠化土地每增加 1 km², 土壤风蚀就要随之增加 0.43 t。盆地的土壤风蚀导致龙羊峡水库每年有 20.82 万 t 的沙尘落入库区, 使 3 000 万 m³ 的流沙进入库区, 造成 5 000 多万元的经济损失。在此基础上, 利用该地区自然、人文因子的变化资料, 结合其沙漠化程度的变化资料分析了土壤风蚀加剧的原因, 从而提出了防治对策与意见。

关键词: 土壤风蚀; 沙漠化; 共和盆地

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0010-04

Influence of Desertification on Soil Wind Erosion —A Case Study of Gonghe Basin, Qinghai Province

FENG Jian-min¹, ZHAO Min-ning¹, WANG Tao²

(1. Resource Environment and City Science Department, Xianyang Normal University, Xianyang, Shaanxi 712000, China; 2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The desertification degree has the important influence on the soil wind erosion intensity, and it can indicate regional soil wind erosion degree in a certain significance, so discussing the relationship between them has the vital significance. This article taking the Gonghe basin of Qinghai as an example, the change of soil wind erosion is discussed along with the land desertification development. The results showed that increasing rate of moderate desertification land in the study area is 2.7%, the increasing rate of serious desertification land is 1.2%, and if the serious desertification land increases 1 km², the soil wind erosion will increase 0.43 t. The basin soil wind erosion causes 2 082 016.2 t dust falling into the Longyangxia reservoir every year, and more than 30 million cubic meters wind-drift sand entering the storehouse district, and more than 50 million Yuan economic losses. Finally using nature and humanities material, unifying the desertification material, the main factors are analyzed which increased the soil wind erosion, and the preventing and controlling countermeasure and the opinion are proposed.

Key words: wind erosion; desertification; Gonghe basin

沙漠化作为极其重要的环境和社会经济问题正困扰着当今世界, 威胁着人类的生存和发展。中国沙漠、戈壁和沙漠化土地约为 163.3 万 km², 青海共和盆地是我国西部沙漠化快速变化地区之一, 由于沙漠化, 土壤风蚀加剧其内自西向东的 3 条数百公里长的沙带前沿已经跃入龙羊峡库区^[1], 每年进入库区的流沙总量达 300 万 m³, 大量流沙进入库区, 已直接威胁到电站的正常运营, 发电等能力受到严重影响, 每年因此造成的经济损失约达 5 000 万元。探讨沙漠化对土壤风蚀的影响具有重要的意义。

1 研究区概况

共和盆地位于青藏高原东北部, 位于 35°27' - 36°56' N 和 98°46' - 101°22' E, 中间被黄河自西南向东北切割成一个外泄盆地, 整个盆地呈东宽西窄的葫芦形, 东西长约 210 km, 南北宽约 60 km, 总面积 13 800 km², 盆地内大部分地区海拔 2 600 ~ 3 400 m^[2], 行政上属青海省共和县和贵南县。在自然地带属于高原温带半干旱草原和干旱荒漠草原的过渡区域^[3], 年平均气温 2.10 ~ 3.13 °C^[4], 年均降水量

* 收稿日期: 2008-01-22

基金项目: 国家重点基础研究发展规划“中国北方沙漠化过程及其防治研究”(G2000048700); 咸阳师范学院重点项目(05xxyk101)

作者简介: 封建民(1972 -), 男, 陕西省凤翔县人, 博士, 讲师, 主要研究方向为沙漠化过程及遥感监测。E-mail: feng_jianmin@yahoo.com.cn

311.1 ~ 402.1 mm, 年均潜在蒸发量 1 558.2 ~ 1 841.2 mm, 年均风速 2.1 ~ 2.7 m/s, 年均大风日数 17.7 ~ 43.2 d, 最多可达 75 d。平均每年霜期长达 260 d 以上, 也可以说没有绝对无霜期。农作物、林木生长受到了一定的限制。地表植被覆盖低, 区内土地沙漠化普遍发生, 生态环境脆弱, 易遭受自然因素和人类社会经济活动的影响。由于气候干冷多风, 地表沙源丰富, 加之近几十年来人类不合理的经济活动, 共和盆地土壤风蚀较为严重, 是我国干草原和荒漠草原地带土地沙漠化较强的地区之一。区内沙漠化土地面积共计 4 926.12 km², 占土地总面积的 35.73 %^[5]。

盆地内的龙羊峡水库自东北向西南蜿蜒于本区中部, 在行政区划上隶属于海南藏族自治州, 共 26 个乡, 总面积 11 496.5 km², 全长 106 km。库区海拔 2 400 ~ 3 600 m, 属高原温带半干旱草原和干旱荒漠草原的过渡性生物气候亚带。库区土壤以栗钙土、棕钙土、风沙土、草甸土、沼泽土和盐土为主。库区东北邻祁连山余脉瓦里贡山、拉脊山和日月山, 西南为昆仑山系的河卡山, 东南和中部为较平坦的木

格滩和塔拉滩草原。整个库区除了周边山地和下切河谷外, 较为平坦, 略呈波状起伏。由于库区海拔相对较低, 四周植被较少, 不管是夏季的东南风还是冬季的西北风都将大量的沙尘带入水库区。龙羊峡水库区内长期以来始终保持流动、半流动、半固定、固定沙丘和大小草地并存的草原型沙地的基本性质, 从而在横向上构成风成砂与黄土、砂质古土壤与粉砂质古土壤, 以及黄土、风成砂与河湖相沉积的逐步过渡关系, 在纵向上构成风成砂、黄土、古土壤互为间层的沉积系列, 并在西北部、东南部和山麓边缘分别形成以风蚀、流沙堆积和黄土堆积为主的 3 个区域分异。

2 研究方法

根据朱震达等对我国北方沙漠化土地提出了一套分类标准, 以沙漠化土地地表形态变化为指征, 同时考虑植被、土壤生态系统因素, 将土地沙漠化程度分为 4 级: 潜在沙漠化土地; 正在发展中的沙漠化土地; 强烈发展中的沙漠化土地; 严重沙漠化土地。具体如表 1:

表 1 龙羊峡库区沙化土地分类系统

沙漠化程度	风蚀地貌	风积地貌	植被覆盖度
潜在沙漠化	不明显	微薄粉尘、极细沙尘	以原生植被占优势, 覆盖度 60 %
正在发展中的沙漠化	地表出现风蚀粗化现象	片状流沙堆积或吹扬, 灌丛砂堆	沙生植被种群和原生植被种群混生, 覆盖度 30 % ~ 60 %
强烈发展中的沙漠化	地表具明显的风蚀地貌如风蚀窝、风蚀槽	稀疏的新月型沙丘大片分布, 其前方为带状流沙	以沙生植物为主, 呈带状、斑点状分布, 覆盖度 10 % ~ 30 %
严重沙漠化	强烈的风蚀地貌, 表现出风蚀槽、风蚀垄、风蚀坑	新月型沙丘、波状沙丘、链状沙丘密集连续分布	植被呈星点状分布于大片沙丘间, 覆盖度 < 10 %, 为沙生植物

选取龙羊峡库区的沙漠化土地面积变化资料(表 2), 风洞试验测定粗糙度与风蚀量关系(表 3), 共和盆地区域风蚀速率评估(表 4)及共和盆地 1953 - 2004 年的农业人口、畜牧总数、耕地面积、降水量、大风日数的数据为基本资料分析、对比说明沙漠化对土壤风蚀的作用。根据以上标准, 对龙羊峡沙漠化土地分布区进行划定和面积计算, 结果见表 2。

表 2 龙羊峡库区各类沙漠化土地面积

沙漠化程度	1987 年		2000 年	
	面积/ hm ²	所占比例/ %	面积/ hm ²	所占比例/ %
严重沙漠化土地	51788.6	24.2	59558.1	26.0
强烈发展中的沙漠化土地	87842.3	41.0	118855.2	51.9
正在发展中的沙漠化土地	51991.2	24.3	46990.4	20.5
潜在沙漠化土地	22376.1	10.5	3815.8	1.7
合计	213998.91		229219.51	

3 结果分析

3.1 沙漠化趋势

如表 2 所示, 龙羊峡库区沙漠化土地面积在 1987 - 2000 年有巨大的变化, 13 a 来龙羊峡库区沙漠化总面积扩大了 15 220.6 hm²。在各类沙漠化土地中, 均以强烈发展中

的沙漠化土地比重最大, 分别占 41.0 % 和 51.9 %, 其次为严重沙漠化土地和正在发展中的沙漠化土地, 面积最小的是潜在沙漠化土地。严重沙漠化土地和强烈发展中的沙漠化土地之和占沙漠化总面积在 1987 年和 2000 年分别达到 65 % 和 78 %, 可见该区的沙漠化程度已经非常严重。1987 年, 龙羊峡库区沙化土地总面积为 213 998.9 hm², 占库区面积(413 877.1 hm²)的 51.7 %, 其中潜在沙漠化土地面积为 22 376.1 hm², 占沙漠化土地面积的 10.5 %; 正在发展中沙漠化土地面积 51 991.2 hm², 占 24.3 %; 强烈发展中的沙漠化土地面积 87 842.3 hm², 占 41.0 %; 严重沙漠化土地面积 51 788.6 hm², 占 24.2 %。2000 年龙羊峡库区沙漠化土地面积为 229 219.5 hm², 占库区面积的 55.4 %, 其中潜在沙漠化土地面积为 3 815.8 hm², 占沙漠化土地面积的 1.7 %; 正在发展中沙漠化土地面积 46 990.4 hm², 占 20.5 %; 强烈发展中的沙漠化土地面积 118 855.2 hm², 占 51.9 %; 严重沙漠化土地面积 59 558.1 hm², 占 26 %。

据对表 2 沙漠化面积统计、比较可知, 至 2000 年, 库区沙漠化面积占库区面积百分率由 1987 年的 51.7 % 增加到 55.4 %, 沙漠化面积以平均每年 1 170.8 hm² 的速度递增, 年递增率为 0.55 %, 其中强烈发展中的沙漠化土地面积增加最多, 13 a 间增加了 31 012.9 hm², 占沙漠化面积的百分率由 1987 年的 41 % 增加到 51.9 %, 其面积以平均每年

2 385.6 hm² 的速度递增,年递增率为 2.7%;严重沙漠化土地 13 a 间增加了 7 769.5 hm²,占沙漠化面积的百分率由 1987 年的 24.2% 增加到 26%,其面积以平均每年 597.7 hm² 的速度递增,年递增率为 1.2%;正在发展中的沙漠化土地和潜在沙漠化土地面积在 13 a 间分别减少了 5 000.8 hm² 和 18 560.3 hm²,分别以平均每年 384.7 hm² 和 1 427.7 hm² 的速度递减,年递减率分别为 0.7% 和 6.4%。

3.2 沙漠化对土壤风蚀的影响

一次土壤风蚀过程包含了土壤起沙、空间输移和沉降定

积(即空间再分配)3 个阶段。在每个阶段都要受到温度、湿度、土壤成分、质地、结构、微地形地貌、地表植被以及风场动力等众多因素的影响^[6]。

相对于共和盆地而言,如表 1 分析在自然环境相对稳定的前提之下,主要是受到人为因素的影响导致地表植被的变化,进而影响到沙漠化程度和土壤风蚀速度的变化^[7]。中科院兰州沙漠研究所对不同粗糙度的原始地表所做的风洞试验结果表明,粗糙度越大风蚀模数越小,粗糙度越小风蚀强度越大(表 3)。

表 3 风洞试验测定粗糙度与风蚀模数关系^[8]

kg/(m²·h)

取样区	粗糙度/cm	不同风速/(m·s ⁻¹)				
		8	10	15	20	25
草地	0.142	- 6.022	0.483	6.995	13.058	23.692
耕地	0.063	0.932	12.221	30.855	39.603	58.630
沙地	0.018	20.704	51.504	103.611	147.918	239.070

分析“共和盆地区域风蚀速率评估”数据(表 4),比较不同土地类型的面积可得,严重沙漠化土地占总面积的 7.5%,强烈发展中沙漠化土地占总面积的 4.7%,正在发展中沙漠化土地占总面积的 24%,潜在沙漠化土地占总面积的 56%,非沙漠化土地仅仅占总面积的 8.1%,如果以 1987 - 2000 年龙羊峡土地沙漠化的数据为参考,则到 2006 年严重沙漠化土地和强发展中沙漠化土地至少增加至 110 595.5 hm² 和 96 126.9 hm²,分别占到总土地面积的 8% 和 7%。比较不同土地类型的风蚀速率可得,严重沙漠化较强烈发展中的沙漠化土地要高 10.094 t/(hm²·a),强烈发展中的沙漠化土地较正在发展中沙漠化土地要高 18.675 t/(hm²·a),正在发展中沙漠化土地较潜在沙漠化土地要高 7.417 t/(hm²·a)。此不同的风蚀速率主要是由于共和盆地自然因素相对稳定,人们的生产活动影响了土壤原有的植被状况,以及耕地面积增加等活动,使植被面积减少,最终导致土地中沙地比重增加,土地粗糙度降低,进而使风蚀模数增高,风蚀量增加,形成土壤沙漠化、土壤风蚀相互助长的恶性循环的结果^[10]。

3.3 土壤风蚀对龙羊峡的影响

龙羊峡受到共和盆地影响理论上应有尘降和流沙两部分组成^[11],根据有关资料可得:

$$\begin{aligned} \text{龙羊峡库区年尘降总量} &= \text{库区尘降率} \times \text{库区面积} \\ &= 1.811 \text{ t/hm}^2 \times 1149650 \text{ hm}^2 \\ &= 2082016.2 \text{ t} \end{aligned}$$

表 4 共和盆地区域风蚀速率评估^[9]

沙漠化土地类型	面积/ 万 hm ²	风蚀速率/ (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)
非沙漠化土地	11.1732	0.000
潜在沙漠化土地	77.4375	7.484
正在发展中沙漠化土地	32.4672	14.901
强烈发展中沙漠化土地	6.5114	33.576
严重沙漠化土地	10.2826	43.679
总计或平均	137.8719	12.556

龙羊峡水库由于土地沙漠化,土壤风蚀加剧,每日风沙肆虐,大量流沙进入库区,青海龙羊峡库区也出现了轻、中度的水土流失。在共和盆地内自西向东的 3 条数百公里长的沙带前沿已经跃入龙羊峡库区,每年进入库区的流沙总超过 3 000 万 m³,龙羊峡水库的有效库容正在不断缩小,由于大量流沙进入库区,已直接威胁到电站的正常运营,使防洪、发电、灌溉能力受到严重影响,每年因此造成的经济损失约达 5 000 万元。

4 土地沙漠化、土壤风蚀的治理

4.1 成因分析

沙漠化、土壤风蚀问题是我国干旱、半干旱地区内非常突出的问题,一方面是大沙漠边缘沙子的迁移、快速的蔓延扩展;另一方面是人类盲目的扩大耕地和无节制的采伐薪材造成流沙。分析其发展和发生的原因可概括为自然因素和人为因素。自然因素主要是指沙质土壤、气候干旱、多风等自然条件,这是沙漠化、土壤风蚀速度快的潜在因素;人为因素主要是指不合理的农垦、放牧、采伐等人类经济活动、生产活动,这是土地沙漠化、土壤风蚀发生和发展的诱发因素。

如图 1 所示,1953 - 2004 年共和盆地的降水量在 300 mm 上下波动,大风日数平均 40 ~ 50 d,即自然因素的两个因子无较大的变化。分析人文因素,畜牧总数、耕地面积、农业人口数发现,畜牧总数总体呈上升趋势,耕地面积 1953 - 1960 年快速扩大,从 5 598 hm² 扩大到 9 164 hm²,2000 - 2004 年有所下降,1961 - 1999 年总体变化较小;农业人口数 1953 - 2004 年从 40 393 人增长到 126 400 人,约增长了 2 倍多。

青海省沙漠大部分是地质时期因气候干旱而自然形成的。然而结合以上分析可见,在气候因素、自然条件一定的情况之下,人口数量急剧增长,人们为了谋求生存不断对自然进行超限度的索取,大面积开垦草地以获取农产品,对草地超负荷放牧以获取更多的畜产品导致共和盆地沙漠化程度快速增高,速度加快。由于自然生态环境遭到严重破坏,使农、畜产品的数量质量下降,为了生存人们更加剧了对自然的索取,从而形成恶性循环,这是共和盆地沙漠化的一个重要原因。

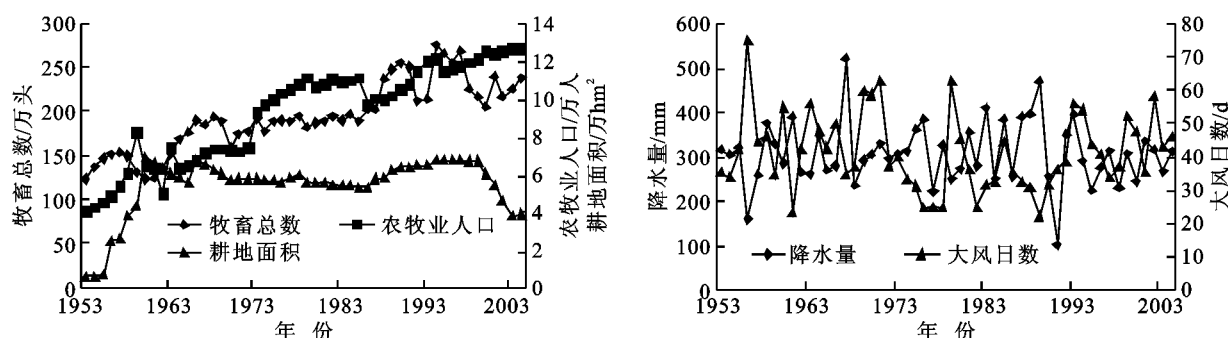


图1 共和盆地主要成分变化分类分析

4.2 防治措施

(1) 加强宣传力度,提高全民认识。防止土地沙漠化、土壤风蚀是一项长期而又系统的生态工程,各级部门、人民群众要统一认识,同心合力,抓好防治沙漠化的宣传工作,努力提高公众意识,大力宣传普及防沙治沙法;增强公众的法律意识^[14]。

(2) 全面推进与重点突破相结合。进行全面治理,持久地植树种草,这是治理水土流失防治荒漠化的根本;要抓好退牧休草工程,推行以草(草场面积)定畜(载畜量)、以草定税的承包办法,这是防止草场退化,恢复草原植被,改善生态环境投资少、见效快的一种行之有效的途径。风沙区和荒漠草地是共和盆地生态治理的重点地区,要有计划、有步骤地选建生态环境建设综合示范区,切实加强领导,采取有效措施,力争在不太长的时期内见成效。对于轻度沙漠化草场采取科学的放牧方法,比如轮牧,同时要注意保护,尽可能是沙漠化得到逆转;对于中度沙漠化草场要严格以草定牧,在有可能的情况下采取休牧措施;对重度 and 严重沙漠化草场在今后很长的一段时间内要严格禁牧,采取工程措施防止流沙蔓延,同时在条件允许的情况下采取生物措施,使流动沙丘逐渐固定。

(3) 依靠科技进步加快生态环境治理步伐。放弃过分使用土地是相当有效的抑制沙漠化的产生和治理的方法。短时间放弃暂时退化的土地是农业生产的基本方法,尤其是轮作、游牧和季节性的迁徙。采取生物措施与工程措施相结合的办法,在造林、水土保持、防治荒漠化、旱作林业、园林绿化等方面应用先进的科技成果,建立科技示范基地,培育、引进适合共和盆地气候特点的耐寒、耐旱经济林木与中药材优质品种。畜牧业要大力推广放牧与育肥相结合的舍饲和半舍饲饲养、暖棚饲养育肥、优良牧草种植、科学养畜、草场改良、封育补播等适用技术,使科技成果尽快转化为生产力。

参考文献:

- [1] 王圣志. 黄沙直逼龙羊峡库区[J]. 草业科学, 2004(7): 62-65.
- [2] 孙建光, 李保国, 卢琦. 青海共和盆地水分的时空变化及其荒漠化成因分析[J]. 资源科学, 2004(6): 55-61.
- [3] 沙占江, 马海州. 共和盆地龙羊峡库区 1987 - 1999 年间土地覆被变化过程[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 20-26.
- [4] 张登山. 青海共和盆地土地沙漠化影响因子的定量分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 59-62.
- [5] 董光荣, 高尚玉, 金炯. 青海共和盆地土地沙漠化与防治途径[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 1-53.
- [6] 张力辉. 风蚀与荒漠化[J]. 吉林水利, 2002, 1(1): 28-30.
- [7] 严平, 董光荣, 张信宝, 等. 青海共和盆地土壤风蚀的¹³⁷Cs法研究() [J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 268-274.
- [8] 张民义, 代全厚, 张黎辉, 等. 沙地土壤风蚀动力因子分析[J]. 中国水土保持, 2000, 3(9): 28-30.
- [9] 严平, 董光荣, 张信宝, 等. 青海共和盆地土壤风蚀的¹³⁷Cs法研究() [J]. 中国沙漠, 2003, 23(4): 391-398.
- [10] 严平, 高尚玉, 董光荣, 等. 土壤颗粒组成影响¹³⁷Cs含量的初步实验结果[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 150-153.
- [11] 申严波, 沈志宝, 杜明远, 等. 西北地区戈壁和绿洲风蚀起尘(沙)的研究[J]. 中国环境科学, 2004, 24(4): 390-394.
- [12] 严平, 董光荣, 张信宝, 等. 青海共和盆地降观测与¹³⁷Cs测定的初步结果[J]. 环境科学, 2001, 22(2): 64-67.
- [13] 杨世琦, 高旺盛, 隋鹏, 等. 共和盆地土地沙漠化因素定量研究[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3182-3190.
- [14] 赵存玉. 鲁西北风沙化土地农田风蚀机制与防治措施[J]. 中国沙漠, 1992, 12(3): 46-50.