

毛乌素沙地沙漠化过程及其整治对策*

吴 薇

(兰州大学资源与环境学院 兰州 730000)

摘 要 毛乌素地区是我国北方沙漠化严重发生地区之一,阐述了该地区沙漠化的发展进程,认为沙漠化主要是因人为不合理的土地利用所造成,沙漠化过程是人为作用对生态系统的干扰和植被破坏后,以风为主导外营力所产生的土地退化。并提出了沙漠化整治的原则与具体措施。

关键词 毛乌素沙地 沙漠化过程 整治对策

Desertification process and its controlling countermeasures in Maowusu sandy land in China. WU Wei (College of Resources and Environment, Lanzhou University, Lanzhou 730000), *CJEA*, 2001, 9(3), 15~18

Abstract Maowusu sandy land is one of serious desertified regions in the North China. The desertification process and its controlling countermeasures in this region are expounded. Based on the analysis it is shown that the human irrational land use is the main factor of desertification. The processes of desertification, which is indicated by accelerated wind erosion, mainly have being controlled by the interaction of human activities and fragile ecoenvironment. At last, some principles and concrete measures for controlling desertification in Maowusu sandy land are put forward.

Key words Maowusu sandy land, Desertification process, Controlling countermeasures

毛乌素沙地是我国沙漠化严重发生地区之一,也是沙漠化研究的重点地区之一,它地处半干旱气候区,水热条件较我国西部其他大沙漠地区优越。历史上毛乌素沙地大部分地区水草丰美,但现在比西部水热条件好的东南部也出现了大范围的流动沙丘,沙漠化过程十分活跃,导致耕地和草场普遍风蚀粗化或为流沙所侵占,居民点、交通、水利工程及其他农牧业设施遭受风沙危害,土地生物生产量降低,土地生产潜力衰退,最终导致可利用土地资源的丧失,使生态平衡遭受破坏,自然环境趋于恶化,对该地区的经济发展和人民生活造成不良乃至严重的后果。各方面研究结果均表明,毛乌素沙地沙漠化日趋严重。如何解释其成因也一直存在着分歧,尽管多数学者认为毛乌素地区的沙漠化人为因素起主导作用,是在特殊自然环境下人类不合理利用的产物,但也有人认为气候变化才是沙漠化的主要原因,或是自然环境变化的结果。本研究在近年研究和遥感监测基础上,从该地区沙漠化的发展进程、成因进行分析,进而探讨沙漠化整治对策。

1 毛乌素沙地沙漠化发展进程及成因

据历史资料记载^[1],公元5世纪赫连夏修建统万城时,曾描述鄂尔多斯草原南部红柳河北岸白城子一带自然环境为“临广泽而带清流”;至公元9世纪时已出现“飞沙为堆,高及城堞”的记载;公元10世纪时由于政治军事等原因毁城时已称其“深在沙漠”;现毛乌素沙区内还有不少汉、唐、宋诸朝代遗址,如汉代的奢延和高望、唐代的宥州(城川)、大石砭、白城子和古城界等都已在流沙之中。据历史资料记载,明成化10年(公元1474年)陕北、宁夏东南长城沿线一带始筑河东边墙时,为防御逐水草而生的游牧民族南下,普把“草茂之地筑于内”,可见当时长城沿线植被繁茂,并非如今日之流沙景观,沿线沙丘地区中散布的古城堡遗址及公元1~17世纪的陶钱等物均可作为该地区原非沙丘起伏环境的佐证。自明中叶修筑长城后内外边墙间城堡林立,军屯民垦颇盛,出现了“数百里荒地尽耕,孳牧遍野”之况,使长城成为当时农业的北界。至明代后期政府腐败,战争频繁,长城沿线出现大片撂荒农田,为沙漠化的发生、发展创造了条件,同时人为过度的经济活动及频繁军事活动亦加速了对天然植被的破坏。公元15世纪中叶明王朝采取在冬季枯草时将临近边墙150~250km范围内“野草焚烧尽绝”的方法防止游牧民族南下,陕北长城沿线既无稳定的农业经营,又缺乏较长

* 中国科学院资源与环境研究重点项目(KZ952-21011)资助

收稿日期:2001-03-26 改回日期:2001-02-04

时间恢复植被的稳定期限,致使沙质地表在风力作用下发展成沙漠化土地,及至清代初期禁垦使沙漠化土地植被又有所恢复,成为固定沙丘及固定沙地。公元17世纪中叶清王朝由禁垦改为放垦,允许陕北、晋北一带农民在边外合伙种地,使稍有逆转的土地又被继续农垦。其后帝国主义势力利用传教方式侵入该区,在长城沿线白泥井、柠条梁、红柳河、小桥畔与城川一带占地招人滥垦,加剧了草原植被的破坏,目前榆林、定边间的流沙就是那一时期滥垦草原的产物,当时在长城沿线开垦主要是顺若干河流进行,沙漠化也是以这些河谷滩地垦区为中心向周围蔓延,导致长城沿线土地沙漠化加剧,形成耕地与流沙、半固定沙丘、固定沙丘交错分布的景观,陕北及宁夏东南境内的长城约625km,其中34%的长度已被流沙所掩埋。毛乌素沙地的沙漠化土地在其发展史中伴随着社会的变迁,农牧业生产方式多次交替,经济活动强度也有差异,同时受到降水量和生态上自我恢复“弹性”大小等因素的影响,使沙漠化土地处于一个蔓延与暂时稳定相互交替的复杂过程中。在多雨年份或封育后植被恢复下使沙漠化发展受到抑制,脆弱生态系统保持相对的平衡;而在干旱年份或人为过度农牧利用下又导致稍有恢复的土地其沙漠化迅速蔓延,因此其沙漠化过程往往呈一波状曲折的模式,而这种波状发展模式的沙漠化土地往往在其抑制阶段尚未达到逆转时,由于人口急剧增长又开始不合理利用土地,故历史与现代过程所形成的毛乌素沙漠化土地往往保留承袭性特征,即除沙丘内部保存历史遗迹外,还呈现出大面积流沙、斑点状流沙与半固定、固定沙丘和耕地、牧场、居民点相互交错分布的地表景观特征,由于其所处的自然条件较干旱荒漠及极端干旱荒漠地带稍为优越,具有脆弱生态容易破坏、也较易于自我逆转双重特性和沙漠化土地时空分布变化较大的特点。自20世纪50年代以来毛乌素沙地沙漠化整体处于迅速扩展中,且沙漠化程度加重,仅某些局部地方经过治理使植被得到一定程度的恢复,据吴波等研究,50年代以来毛乌素沙地流动沙地和半固定沙地增加了9402.2km²,占毛乌素沙地总面积的24.84%,增长率为60.37%,平均每年增加268.3km²。其中流动沙地增长速度最快,平均每年增加154.5km²,半固定沙地平均每年增加114.1km²,固定沙地平均每年减少163.5km²,而西北部纯牧区扩大速度远远高于东部和南部半农半牧地区。70年代末~90年代初扩展速度远远低于50年代末~70年代末,据作者“八五”期间在毛乌素沙地进行的研究表明,其沙漠化面积由1987年3.259万km²(占监测区总面积4.826万km²的67.5%)降至1993年3.065万km²(占总面积的63.5%),减少了1936km²,总体上处于沙漠化逆转过程中,平均每年约276.6km²的沙漠化土地得到治理,这主要是实施“三北”防护林工程和当地干部群众积极开展沙漠化防治的结果,但研究表明轻度沙漠化土地面积在增加,沙漠化发展的内在危险性仍存在,绝不可忽视。

并非任何半干旱区都能发生沙漠化,沙漠化的发生、发展要有特定的条件,朱震达教授研究指出^[4],沙漠化是在具有一定沙物质基础上和干旱、大风动力条件下,由于过度人为活动与自然资源、环境不相协调所产生的以风沙活动为主要标志的土地退化过程,它包括如下内容:时间上发生在人类历史时期,特别是近1个多世纪以来;空间上凡是具有疏松沙物质沉积物的地表和干旱季节与大风季节相一致的干旱、半干旱及部分半湿润地区都是沙漠化可能发生的地区;成因上乃是在上述潜在自然因素的基础上以人为过度的经济活动为主要因素,人既是沙漠化的导致者,也是沙漠化的受害者;景观上这一过程是渐变的,在人为强度活动破坏脆弱的生态平衡之后,风力是塑造沙漠化地表景观的动力;发展趋势上沙漠化强度及其在空间的扩展与干旱程度及人畜对土地压力强度的大小有关,在它们相互影响及风力作用下沙漠化土地自行蔓延扩大;沙漠化的结果是导致地表逐渐为沙丘所侵占,造成土地生物生产量急剧降低,土地滋生潜力衰退和可利用土地资源丧失,但它也存在着逆转和自我恢复的可能性。沙漠与沙漠化研究的时间范畴不同,前者主要形成于第四纪的各个时期,是干旱气候与丰富沙源条件下的产物,大多分布于干旱区且整体面积大,风成地貌形态尤为复杂和高大;而后者则形成于人类历史时期,特别是近1个多世纪以来的经济开发过程中,时间相对短暂、集中,其分布也不局限于干旱区,且主要分布于半干旱地区,甚至部分半湿润地区也小有分布,整体沙漠化土地面积较小,一般呈片状交错分布于旱农地和草原上,风沙地貌形态较简单、矮小,即沙漠为自然因素所形成,而沙漠化是在潜在自然因素基础上以人为因素为主所形成和发展的。毛乌素地区发生沙漠化的前提条件是有丰富的沙源以及当地特有的气候条件,目前的研究^[4]已揭示毛乌素沙地埋藏有第四纪古风成砂,这些古风成砂为历史时期毛乌素地区发生沙漠化提供了沙源,该区至少在中更新世就已经存在大片沙漠,且风成砂与黄土、古土壤或湖泊地层有迭覆出现的特点^[5],这表明沙漠并非从一形成就持续至今,而是在第四纪气候震荡的调节下历经沙漠-非沙漠的多次转变。此外毛乌素地区频繁出现的起沙风(>5m/s)与干旱季节同步,无疑为风沙活动和运移创造了条件。虽然毛乌素地区具备沙源和特定的动力条件,但沙漠化的发生、发展与人类活动有直接联系,这些自然与人为因素的相互作用是沙漠化过程得以实现的关键,否则沙漠化过程缓慢得

多,其沙地范围也小得多,甚至不出现^[4]。由于干旱多风和地表裸露、具有疏松砂物质等沙漠化潜在自然因素,任何人为强度经济活动都会导致沙漠化的发生与发展,且是沙漠化的诱发因素。该地区历史上民族纷争、政治动荡的时期恰又与气候的干旱相吻合^[1],气候干旱加剧了因动乱带来的环境破坏过程,而沙漠化发生后又导致自然环境的改变,这种自然因素与人为因素的相互反馈作用构成了该地区沙漠化数次重复的发生期,这种反复也常伴随人口增长和经济活动频繁使沙漠化发展总趋势处于加剧过程。气候因素对沙漠化的发展进程只起影响作用而不是决定作用,毛乌素沙地大部分属温带,位于我国季风区的西陲,主要受西伯利亚气团影响,干旱、多风、降水少,光能充足,积温高,为典型的温带大陆性气候,年均温度 6.0~8.5℃,年降雨量从东南向西北递减,为 400~150mm,年干旱成灾面积占 46%,年均大风日数 10~40d,最长达 95d,毛乌素沙区大风持续时间为 1d 的占 60%~70%,持续 2~3d 的约占 20%~30%,持续 4~6d 的约占 5%。年均发生沙尘暴 11~29d,全年沙尘暴日数以新街~乌旗~定边一线为多,达 17~20d^[6],尤其在 4 月最多,沙尘暴占全年的 50%~60%,而春季正是少雨季节,降水量仅占全年降水量的 8%~16%。除山地丘陵外,地表为深厚的疏松砂质沉积物覆盖,仅风沙地占该区总土地面积的 40%以上,这种干旱的沙质地表极易为风力吹扬,造成沙漠化土地蔓延。在人为因素中过度的农业开垦、过度放牧及樵采是造成土地沙化的主要因素,而造成这种不合理土地利用的主要原因之一是人口增长速度过快,形成了人口与当地土地承载力不相协调的矛盾。毛乌素地区年均人口增长率为 3.08%,平均人口密度由 50 年代初 10~15 人/km² 增至 90 年代的 40~60 人/km²,高者可达 80 人/km²,这加大了土地资源利用的压力,造成了进一步的草原开垦。如榆林地区自 1949~1983 年间农村人均耕地面积由 0.66hm² 降为 0.29hm²。府谷县 1983 年粮食产量比 1949 年增长了 0.54

表 1 1993 年毛乌素地区沙漠化土地分类状况

Tab. 1 Classified state of desertified land of Maowusu region in 1993

沙漠化程度 Desertification degree	草地/km ² Grass land	耕地/km ² Plough land	林地/km ² Forest land	小计/km ² Amount
极重度 Extreme heavy	5822.2	68.5	66.1	5956.8
重度 Heavy	3976.4	302.1	148.1	4426.6
中度 Middle	6337.1	1553.3	303.3	6193.7
轻度 Light	4490.4	204.6	141.5	4836.5
合计 Total	20626.1	2128.5	659.0	23413.6

倍,而人口却增长了 0.66 倍,粮食增长低于人口增长速度势必扩大对草场的开垦。如伊克昭盟 50~70 年代进行了 3 次大开荒,总面积达 67 万 hm² 以上。由于被开荒,草场面积逐渐减少,但同期牲畜数量却在增加,使 60~70 年代草场过牧严重,如乌审旗牲畜超载率甚至达 200%,这一问题至今尚未妥善解决。据作者 1993 年对毛乌素地区沙漠化土地监测结果(见表 1)表明,在总计 2.341 万 km² 沙漠化土地中草地和耕地沙漠化面积 2.275 万 km²,占监测沙漠化总土地面积的

97%,过度放牧和开垦在沙漠化过程中占绝对主导作用。

2 毛乌素沙地沙漠化过程及整治对策

沙漠化的过程是人为活动破坏生态系统平衡,导致地表植被衰退或消失之后,风作用于地表而产生的风蚀、搬运、堆积的风沙运动过程,其基本问题就是地表风沙活动的发生、发展规律,即风沙的物理过程^[3],这一过程包括风力作用下沙质地表形态的发育过程;固定沙丘的活化过程;沙质荒漠边缘风力作用下的沙丘前移过程。风是造成沙漠化土地地表形态的动力,但并不是所有的风力都有效,只有能把沙子吹起和搬运的气流才对地表形态的塑造发挥作用,这种挟沙气流称之为风沙流,其临界起动风速值在不同粒径组成的沙质地表上不同,野外观测和风洞试验资料表明,0.10~0.25mm 粒径为主的沙质地表其起动风速值(2m 高)为 4.0 m/s,0.25~0.50mm 粒径的为 5.6m/s,0.50~1.0mm 粒径的为 6.0m/s,>1.0mm 粒径的为 7.1m/s。风沙流的形成是空气与沙质(或砂砾质)地表 2 种不同密度物理介质相互作用的结果,风沙流的运动是在近地面层进行的,沙质地表风蚀的发生是这种挟沙气流吹蚀地面磨蚀的结果,当风沙流速度本身变弱或遇到障碍物及下垫面性质改变时,都能使气流搬运过程中的沙粒从气流中下落,这种由于气流中所挟带沙量达到相对饱和而风速又不增大的情况下,使气流负荷沙粒的能力降低,造成气流中沙粒的下降堆积,这就是裸露平坦沙质地表上流沙堆积的基本原理,由于沙物质堆积在平坦地表成为风沙流运行的障碍,使之附面层发生分离造成旋涡,旋涡的出现会增加阻力,降低近地面层风速,削弱气流搬运沙粒的能量,使风沙流中多余的沙粒在障碍物附近跌落堆积形成沙堆。而沙堆的大小取决于附面层分离程度,附面层分离愈强烈,形成旋涡的尺度和强度愈大,风速减弱的程度愈显著,沙粒堆积则愈多,沙堆规模也愈大。随着沙堆的扩大,沙子在其背风坡不断地堆积,坡度因之加陡,当超过 34°休止角后沙粒泻溜,背风坡出现小落沙坡,沙堆发育成为盾状沙丘及雏型新月形沙丘,裸露的沙丘或原来是固定的,由于植被破坏而重新裸露的沙丘,在上风向足够沙源供给或迎风坡不断风蚀下背风坡沿主风向连续堆积造成沙丘的整体移动。毛乌素沙地因在不同强度土地利用下造成

沙漠化发展形式各异,过度农垦引起的沙漠化因其开垦的原生地表面形态差异而有所不同,在砂质草原农垦区其沙漠化过程^[1]见图1。在固定沙丘(波状沙地)开垦的表现形式为固定沙丘(波状沙地)→风蚀及砂层被吹扬→

片状流沙的堆积 风力作用下 流沙的扩大 → 流动沙丘,受人为强度的经济活动及风力吹扬搬运堆积作用的影响,波状砂质草

原的原始景观发生显著变化,过度放牧使草原因超负荷而植株变矮,覆盖度变稀疏,呈现出零星分布的裸露地表,在牲畜大量践踏下表层结皮破碎,形成许多裸露沙地,成为风力吹蚀作用的突破口,于是使生态系统的稳定性愈来愈小。凡是分布有沙漠化圈的草场,表示其草原已开始沙漠化过程,除一些水井、放牧点外,

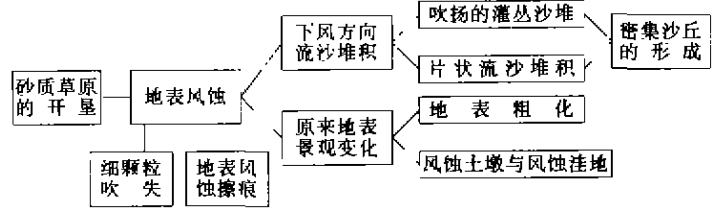


图1 砂质草原农垦区沙漠化过程

Fig. 1 Desertification process of farm plow region in sandy grassland

在一些丘间小湖周围牲畜大量践踏草原,不仅使湖畔出现流沙,且影响到周围的固定沙丘,使之演变为流沙,当流沙开始出现后风的吹蚀作用便以此为据点(特别是在迎风坡),导致风蚀窝逐渐发展,形成固定沙丘中流沙呈斑点状分布的特征。随着沙漠化进程的延续,风蚀窝深度加大,进而裸露沙面扩大,使固定沙丘的环境演变为具有密集斑点状流沙分布的半固定沙丘景观。

沙漠化土地的整治是使已退化的土地恢复生产潜力和防止更多土地退化,研究毛乌素地区沙漠化土地的时空变化、成因和过程,就是在认识沙漠化过程的基础上为更有效地整治沙漠化服务。其基本目标是在调控人-地关系和合理利用自然资源的基础上达到区域可持续发展。其基本原则一以防为主,防治并举的原则,沙漠化过程的发展不仅造成环境退化问题,而且严重阻碍沙漠化地区的社会经济发展,它一方面导致重大的经济损失,另一方面对其整治又要求有大量的财力、物力和人力支持,其投入是采取沙漠化预防措施的几倍乃至十几倍,因此以防为主,防止农田和草场等由于不合理利用方式而发展成为沙漠化土地乃至至关重要,这对环境保护、减少损失和增加产投比效益等各方面都是最佳选择;二是整治的双目标原则,沙漠化整治一方面追求环境效益,另一方面追求经济效益,这是一个矛盾体,因此不能试图获得单一的最佳效益,而应遵循环境与经济效益一致的双目标原则,即在改善和保护生态环境的前提下利用资源以获得经济目标;三是整治开发的多项互补原则,在沙漠化土地和适度开发利用过程中需要多种土地利用的经营方式,互为支持和补充,构成一个具有整体多功能的生产系统,这种多项互补可体现为农林牧之间结构合理,相互补充的功能,不同类型作物合理配置与轮作相互补缺的功能,农业与非农业经济活动相互结合与互为补充的作用。沙漠化土地整治的具体措施可采取天然或人工封育,调整不合理的土地利用方式和程度,增大牧业林业用地比重,建立人工草场与饲料基地,推广舍饲制度等,而不同地区沙漠化整治措施也有所不同,以位于毛乌素沙地东南部的榆林市为例,沙漠化土地在榆林城及长城一线以北区域主要以密集的流动沙丘、半固定及固定沙丘和河谷阶地、湖盆滩地交错分布为特色,中部区域以流沙、固定及半固定沙丘与覆沙黄土丘陵相间分布为特色。陕西省榆林市各级政府和当地群众多年来坚持不懈地开展沙漠化的整治工作,一是建立以“带、片、网”相结合为主的防风沙体系,采取丘间营造片林与沙丘表面设置沙障、障内栽植固沙植物的方法固定流沙,同时加强对固定、半固定沙丘的封育与天然植被的保护;二是建立以窄林带小网格为主的护田林网与滩地边缘固定、半固定沙丘的封育、草灌结合固定流沙等措施组成农田防护体系,在滩地内发展灌溉农业,使一些“小绿洲”散布于沙丘之间的丘间低地中,将沙漠化土地分割开来,削弱了其危害程度,如榆林市芹河乡的莽坑、前湾滩等地沙漠化土地整治;三是对面积较大、高大且起伏密集的流动沙丘地区采取飞播固沙植物和人工封育相结合的方法固定流沙,并使其逐渐改良成为草场,目前榆林市的沙漠化土地整治已取得明显的成果,自50年代始~1987年约有950km²的沙漠化土地得到整治。据1993年的遥感监测评估,1988~1993年有697km²的沙漠化土地得到治理^[2]。

参 考 文 献

- 1 朱震达,刘 恕等.中国的沙漠化及其治理[M].北京:科学出版社,1989.27~42
- 2 尺 薇,王熙章等.毛乌素沙地沙漠化遥感监测.中国沙漠,1997,17(4):415~420
- 3 朱震达,王 涛.中国沙漠化的研究及实践.第四纪研究,1992(2):97~106
- 4 孙继敏,丁仲礼等.2000a B. P. 毛乌素地区的沙漠化问题.干旱区地理,1995,18(1):36~41
- 5 李保生,斯鹤龄等.150ka 以来毛乌素沙漠的堆积与变迁过程.中国科学(D辑),1998,28(1):85~90
- 6 北京大学地理系.毛乌素沙区自然条件及其改良利用.北京:科学出版社,1983.34~49