

拉萨河下游河谷区风沙灾害现状、成因及发展趋势探讨^{*}

常春平¹, 原立峰²

(1. 河北师范大学 资源与环境科学学院, 石家庄 050016; 2. 南京邮电大学 电子信息科学系, 南京 210003)

摘 要:通过对拉萨河下游河谷实地调查和 IKONOS、Quick Bird 的影像解译结果, 查明了该区沙尘源地具有沿河谷及河谷两侧分布、分布地貌部位多样且呈小面积零星分布的特征, 并对城市环境和工农业生产造成了严重的风沙危害。通过分析表明高原气候条件下脆弱的生态环境、沙源特征和植被条件, 以及近年来强烈人类活动的干扰是风沙灾害的主要原因。从气候和人类活动变化趋势分析表明, 未来 15 年内气候变化不利于削弱风沙灾害强度; 人类活动尽管对风沙灾害强度的加强作用会逐渐降低, 但总体上仍起强化作用, 如果不采取人工治理, 拉萨河谷风沙灾害就趋于加强的态势。

关键词:拉萨河下游河谷; 现状; 成因; 趋势

中图分类号: P445.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)01-0122-05

A Discussion on the Status, Origin and Developmental Trends of Blown-Sand in the Valley of Lower Reaches of Lhasa River, Tibet Plateau

CHANG Chun-ping¹, YUAN Li-feng²

(1. College of Resources and Environment Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China;

2. Department of Electronics and Information Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Based on the field survey of the lower Lhasa river valley and the interpretation results of IKONOS and Quick Bird's video, finding out the source of sand and dust storm in the valley distribute along river valley and its two sides, the distribution's physiographical places are variety and sporadic, small size. Such feature cause serious hazards of sand to the urban environment and agricultural production. The analysis show that the vulnerable ecological environment in the plateau climate conditions, the characteristics of sand sources, vegetation condition and the intense human activities are the main causes of disaster. Finally, the analysis of human activities and climate change trend indicates that in the the next 15 years, the climate change unsuitable weakened sandstorm's strength, human activities' intensity of strengthening effect to the sandstorm will gradually decrease, however, in general, it is still has the strengthening effect. Lhasa river valley will tend to strengthen the disaster, if the human measures not be taken.

Key words: the lower Lhasa river valley; present situation; origin; trends

风沙灾害以其发生频率高、影响范围广、危害程度大对经济建设、社会发展、大气环境、交通运输及人民生命财产和健康带来严重不利影响^[1]。拉萨河下游地带北依念青唐古拉山脉,南达喜马拉雅山脉东段北侧。作为西藏自治区的政治、经济、文化中心的拉萨市位于拉萨河下游宽谷区。随着青藏铁路的建设和拉萨市经济、旅游及城市建设的发展,拉萨河下游河谷风沙灾害已成为影响该区域首要环境问题。本文在遥感影像解译和实地调查基础上,对该

区域风沙灾害现状、危害、成因与发展趋势进行了分析,为进一步风沙治理提供依据。

1 拉萨河下游河谷区域背景

研究区东自拉萨大桥、西至曲水的拉萨河下游河谷地带。沿拉萨河河谷全长 64.5 km,宽 2~7 km 不等。地理坐标介于东经 91°09'07" - 90°43'52",北纬 29°20'05" - 29°39'29",面积约 727.5 km²。拉萨河下游河谷区因受不同等级的断裂(带)控

^{*} 收稿日期:2009-08-06

基金项目:河北省自然科学基金(D2008000183)和防沙治沙教育部工程研究中心开放课题赞助;

作者简介:常春平(1969-),男,河北康保人,副教授,博士,研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail:changchunping@126.com

制及第四纪以来强烈的构造运动影响,河谷两侧的山体岩石十分破碎,山势陡峻。山坡中下部以及山前地带堆积厚度不等的第四纪砂砾质沉积物;河道成多股辫状,河漫滩和河心洲沙丘发育。河谷平原为巨厚的第四系松散堆积物,大都为砂卵石层上覆砂土或亚砂土。本区属高原温带半干旱气候,夏季温凉多雨、冬季干冷多风。风沙天气也主要发生在冬春季节(2~5月),起沙风以偏西风为主。地表水资源主要是拉萨河及其支流。植被分区属于青藏高原中部温性草原地带的雅鲁藏布江中游谷地灌丛草原区,地带性植被为温性草原。

截止 2006 年,拉萨市城关区、堆龙德庆县和曲水县三区县农村总人口 109 666 人,劳动力 35 093 人;国民生产总值 60 940 万元,农村经济总收入 39 564 万元。

2 沙尘源分布特征与危害

2.1 沙尘源分布特征

根据 IKONOS 和 Quick Bird 影像解译结果,风沙源分布特征为:

(1)沿河谷及河谷两侧分布。从沙尘源地的物质基础来看,绝大多数是拉萨河及其一级支流冲积物,即使有部分沙尘源地也已被风力侵蚀改造,沙尘物质源头仍是河流冲积物。极少数沙尘源地的物质基础为洪积物,它们也分布于拉萨河两侧的谷地前缘。在河流冲积物基础上成为沙尘源地(耕地除外)的面积占沙尘源地总面积的 31.91%。

(2)分布地貌部位多样。复杂多样的河谷地貌类型,决定了沙尘源地分布地貌部位的多样性。根据野外调查,沙尘源地主要分布在洪积扇、边滩(高河漫滩)和心滩、河流阶地面和河谷两侧山坡,分布在这四种地貌部位的沙尘源地总面积(耕地除外),自大到小依次为洪积扇>边滩(高河漫滩)和心滩>河谷两侧山坡>河流阶地面。

(3)呈小面积零星分布。研究区处于拉萨河下游,河床宽阔,河滩乱流,常常将低级阶地、河漫滩和心滩侵蚀切割成零星斑块。河谷两侧山体高大,拉萨河沿岸突兀的中小山嘴众多,河谷地带近地面风场在大尺度大气流场的控制下,受地形影响显著,山谷风和山嘴附近局部回流十分强盛,形成很多面积不大、相对孤立的山坡覆沙体。

其次,人类经济活动对沙尘源地的形成和分布特征也产生重大影响,主要是天然草地利用不当而退化成沙尘源地,以及大面积耕地在冬春季节成为沙尘源地等等。

2.2 风沙危害

(1)污染城市大气环境。根据在拉萨市 1990~2001 年的环境空气质量监测数据和 2003 年西藏自治区环境状况公报表明, SO_2 、 NO_2 和其他 NO_x 的监测值无论何时都小于 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, SO_2 日均值浓度 $2\sim4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 年均值浓度为 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; NO_x 日均值浓度 $2\sim73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 年均值浓度为 $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 符合《环境空气质量标准》一级标准的要求。但 TSP 或 PM_{10} 的小时监测值在大风时超过 $1\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, TSP 日均值浓度 $41\sim1\,437 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 年均值浓度为 $337 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 降尘量 $3.32\sim31.34\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{月})$, 严重超标。所以,悬浮颗粒物为首要污染物,且空气污染程度较重时段均与风沙天气有关^[2~4]。

(2)危害农牧业生产和水利设施。首先,蚕食可利用土地。研究区为西藏自治区的政治、经济和文化核心地带,可利用土地资源十分宝贵,但根据 IKONOS 和 Quick Bird 影像解译结果表明现有裸露和半裸露沙尘源地面积 $27\,264.74 \text{hm}^2$, 占总土地面积 37.48%, 且仍在继续扩大,造成土地失去利用价值。

其次,降低土地质量。根据野外调查,分布于拉萨河阶地面上的农田,年风蚀深度一般可达 $0.5\sim3.0 \text{cm}$ 。风蚀模拟研究结果显示,采集于调查区的农田沙土和沙壤土原生样品,在风速分别达到 6.8m/s 和 7.6m/s 时便发生土壤风蚀起沙现象,并且随风速增大,风蚀量迅速增加。表层耕作土的细颗粒物质和营养元素被大量吹蚀。用当地常见的 15m/s 风速吹蚀 85 min 后,不论沙土和沙壤土,土壤表层中不仅 $<0.063 \text{mm}$ 的粉黏粒组分普遍减少 $4.2\%\sim4.8\%$, 甚至 $0.063\sim1.0 \text{mm}$ 的极细砂和粗砂也减少 $1.78\%\sim1.85\%$, 而 $>1.0 \text{mm}$ 的极粗砂和砾石组分增加了 $4.1\%\sim6.69\%$ 。因而其平均粒径都相应增加 0.03mm 左右。

第三,直接危害种植业和畜牧业。调查中发现,研究区大面积的草地因沙埋而退化,不仅草地建群种发生明显变化,产草量也大幅降低。风沙流对春季稚嫩的禾苗具有强烈打击作用,常导致禾苗植物组织严重受伤而减产甚至枯死。

第四,填埋水利设施。调查中发现,在菜纳、协荣等地修建的灌溉系统普遍遭受风沙危害,冬春季节渠道积沙严重,部分渠道不得不采取地下渠的方式。这不仅增加投资,而且明渠部分每年需要清沙,增大维护费用,影响水利设施正常的灌溉功能。

(3)威胁交通安全。冬春季节经常出现大风天气,风沙活动强度大,造成能见度大幅降低,严重威

胁交通安全。当前,公路交通受影响最大的是拉萨河南岸沿线。据查访,风沙天气严重时的能见度仅 50 m 左右,有时甚至小于 50 m,已经到了车辆无法通行的程度。青藏铁路开通后,风沙天气对铁路安全运营的威胁是显而易见的。

3 风沙灾害成因分析

3.1 气候因素

拉萨河谷冬春季节干冷多风、年内降水分配不均。由于地势海拔高,大部分地面位于大气对流层 1/3 的厚度内,空气干洁,太阳总辐射量高,但反辐射和长波有效辐射量很大,辐射平衡值相对偏小。由此决定了年平均气温较低(7.7℃),而且变化强烈(月均最高与最低气温差 17.7℃)。受喜马拉雅山脉阻挡,印度洋西南气流进入拉萨河下游地带时已成为强弩之末,年均降水量仅有 435 mm,且 95% 以上集中在夏半年(5 - 9 月)的少风时段。冬半年降水稀少,大风频发,而同期干燥度却高达 10 以上。在这种气候条件下,风蚀气候侵蚀力很强,年风蚀气候因子指数一般在 50 以上,为风沙活动提供了极为有利的气候条件^[5]。

3.2 沙源因素

根据野外调查和遥感影像判读结果,按沙质地表流动性和砂砾质地表的植被覆盖状况,将沙尘源地划分为 8 类,再根据所处地貌部位划分为 24 个亚类。统计表明,沙尘源地总面积达 27 264.74 hm²,占土地总面积的 37.48%。从 9 种典型沙尘源地的地表粒度组成可以看出(图 1),每种地表类型沙粒粒径集中分布在 0.25 mm 以下,以细沙、极细沙和黏粒成分为主,平均含量占 60.69%。根据董治宝等对风蚀率与粒度关系特征的研究表明^[6],风成沙粒径 0.4 ~ 0.075 mm 为易蚀性颗粒。研究区风沙源地地表物质易蚀性颗粒含量显示,易蚀性颗粒含量达到 69.64%,总体分布趋势是流动沙地 > 半固定沙地 > 固定沙地。这些颗粒极易被风力吹扬成为大气的沙尘物质,为拉萨市风沙天气提供了丰富的物质来源。

3.3 植被因素

在山坡下部沙黄土母质上发育的冷棕钙土,地带性植被有宽苞金背柳灌丛和砂生槐灌丛,主要受到放牧的影响,成为退化灌丛。植被盖度和高度都受到明显的影响,宽苞金背柳灌丛的盖度在 45% 左右,群落高度 10 cm 左右。物种可达到 10 种以上,常见的伴生种有砂生槐、固沙草、披碱草、针茅和豆科黄芪属的几种植物等。砂生槐灌丛的盖度也在

50% 左右,群落平均高度 20 ~ 30 cm,常常伴生有藏沙蒿、固沙草、青藏苔草、西藏黄芪、劲直黄芪、甘遂、马先蒿等,可达到 10 余种。

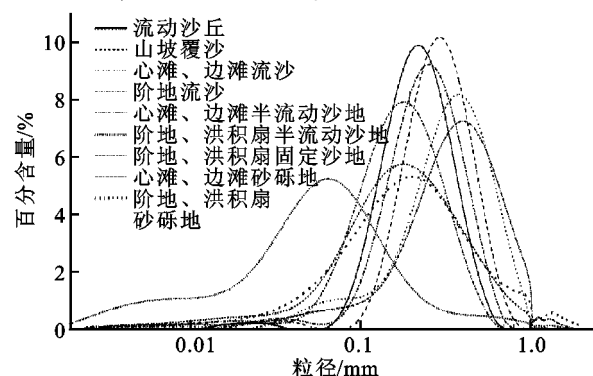


图 1 典型沙尘源地地表物质粒度组成

砂砾地和沙地上的原生植被砂生槐灌丛和固沙草群落,由于生态环境脆弱,受人为活动影响较大,处于沙地植被的不同演替阶段。砂生槐灌丛的盖度最低只有 30%,在保护较好的地区,可以达到 75%。而在覆沙的沙砾地上,固沙草常常成为砂生槐的共建种,有时也形成砂生槐 - 藏龙蒿或砂生槐 - 藏沙蒿群落;群落物种数常常为 2 ~ 6 个,常见的有固沙草、藏沙蒿、藏龙蒿、劲直黄芪、小画眉草等。固沙草群落的盖度从 10% 到 60% 都会出现。固定沙地上的固沙草草原盖度可以达到 50% ~ 60%,但常形成单优势种群落,群落中的伴生种很少,常常在 1 m × 1 m 范围内仅有 1 ~ 2 个伴生物种出现,而在半固定沙地上,盖度只有 10% ~ 40%,但物种组成有所提高,可达到 3 ~ 4 种,并常与藏龙蒿、藏沙蒿和砂生槐形成斑块状镶嵌分布的半流动 - 半固定沙地植被景观。

随着沙砾地和沙地上的原生植被遭到破坏,有较大面积的沙地处于流动和半固定状态,流动沙地上次生演替的早期阶段主要为毛瓣棘豆群居,盖度最大可达 20% ~ 30%,常形成单优势种群落;而在沙砾地上,次生演替的早期阶段主要为劲直黄芪 - 藏沙蒿群落,盖度常常 5% ~ 10%,物种数 3 ~ 5 个。在半固定沙地上以藏沙蒿灌丛和藏龙蒿灌丛为主,常伴生固沙草、劲直黄芪、毛瓣棘豆等。随着群落的演替进程,渐有砂生槐定居,在景观尺度上呈斑块状镶嵌分布。在河岸边水分条件相对较好的沙砾地和沙地上生长有三春柳灌丛和白草草原,三春柳灌丛的盖度一般为 30% ~ 40%,常有白草伴生。白草草原作为演替中间阶段的群落,常形成单优势群落,盖度可达 20% ~ 40%。

对沙地植被不同演替阶段的植物群落盖度、物种数和高度进行了对比(图 2)。群落盖度可很好地反映沙地的固定程度。随沙地植被受干扰强度的增

加,从固定沙地到半固定沙地,再到半流动沙地,植物群落的盖度和高度都有明显降低,而盖度和高度是影响植物群落防沙和固沙效率的主要因素。研究

区砂砾地和沙地植被都受到了不同程度的干扰,以半固定-半流动沙地植被为主。因此,植被退化是风沙活动强度增强的主要因素之一。

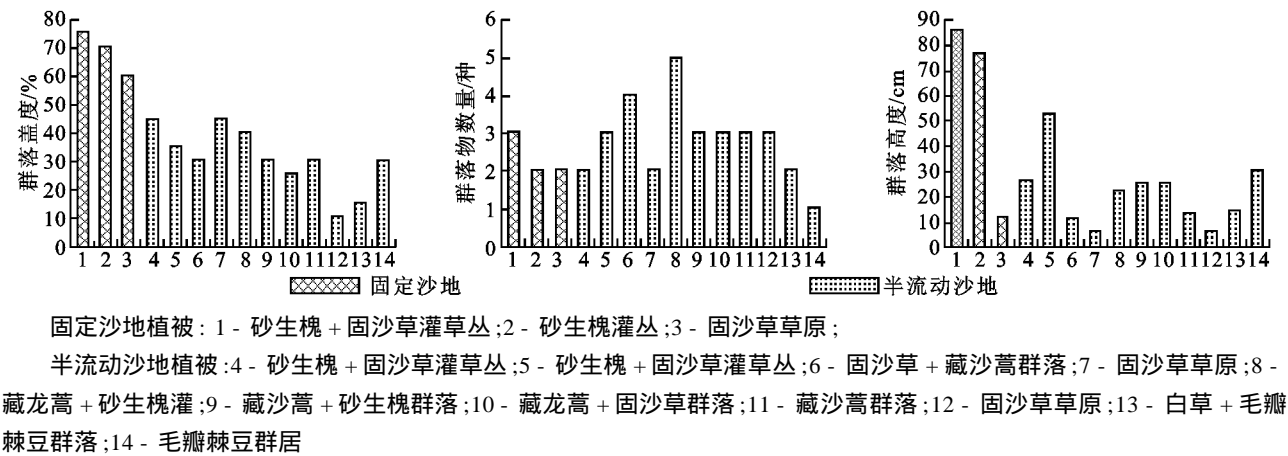


图 2 拉萨河谷沙地植物群落特征

3.4 人类生产行为

近年来,研究区的人类工程行为规模越来越大,涉及的空间范围很广,对原本脆弱的生态环境造成的局部损害逐渐加剧。人类工程行为主要有交通建设、采挖砂石和建筑工程三种类型,其中前两者造成的沙尘源地面积最大,危害最严重。尽管从绝对面积来看,这三种类型的沙尘源地都不大,但工程建设过程中对原生地表产生的破坏程度极大,沙质或砂砾地表的物质内聚力几乎全部丧失。工程建设场地在缺乏保护性措施的情况下,冬春季节的大风极易使干燥疏松的地表物质风蚀,并形成高浓度的沙尘气流。

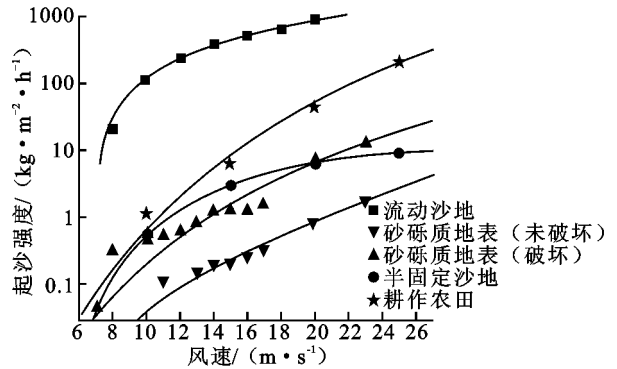


图 3 典型地表类型起沙强度

通过对流沙区、砂砾质地、翻耕农田、半固定沙地(沙质退化灌草地)起沙强度计算分析表明(图 3),随着风速增大,地表起沙强度迅速增强,尤其是砂砾质地表遭人为破坏后,起沙强度呈现数倍甚至数十倍增加。就原生地表而言,流沙地的起沙强度最大;风速在 23 m/s 以下时,起沙强度从大到小依次为翻耕农田、半固定沙地(沙质退化灌草地)和砂砾质地表。农业生产活动场所的耕地尽管起沙起尘强度没有流沙地大,但其显著特点是面积广、可提供的沙尘量大,临

界起沙风速相对较小,使耕地对大气粉尘的贡献率较高,成为沙尘源的主体之一。牧业生产利用的土地类型多样,包括沙质、砂砾质地表,这些地类因过度利用而退化,是目前主要的沙尘源地。

4 沙害发展趋势分析

4.1 自然影响因素的发展趋势

气候因素是最活跃、多变的,是制约植被、土壤、水文等因子的主导因素。因此,对沙害发展趋势进行分析,主要着重讨论气候因素(重点是温度、降水和大风)的可能变化趋势。据吴祥定、林振耀等人的研究成果^[5-9],气温(图 4A)在 17 世纪 80 年代前为寒冷期,17 世纪 80 年代至 18 世纪 20 年代为温暖期,随后到 80 年代为较寒冷期,从 18 世纪 80 年代至今为相对温暖期。降水量的变化略有不同(图 4B),19 世纪以前为干湿波动期,19 世纪中叶至 20 世纪初为干旱少雨期,20 世纪初至 60 年代为相对多雨期,70 年代又处于相对干旱少雨期。20 世纪 70 年代以来,我们根据现代气象观测数据进行了补充研究,结果表明,气温自 20 世纪 70 年代末至今,仍处于显著的继续升高阶段(图 5A),而降水也略有增加(图 5B),大风日数略有减少。

在以上中尺度气候变化中,也明显存在小尺度(10 a 尺度)的波动。从拉萨市气象台的记录数据看,近期气候波动较大,分析其变化并根据其冷暖、干湿和大风期的演替规律和演替期时间长短,可以粗略地判定其小尺度气候变化周期。根据小波分析结果,温度变化主要有 33 年周期,降水以 8 a 为主要周期,大风日数则以 24 a 周期最明显(表 1)。按照这一周期推算,未来 20 a 内的气温可能会维持在

相对较高的水平;降水量在未来 10 a 内可能有所增加,但总体增加幅度不大;大风日数在未来 15 a 内总体上不会减少。基于这样的推算结果,在未来 15 a 内,气候变化将对风沙灾害起到继续强化的作用。

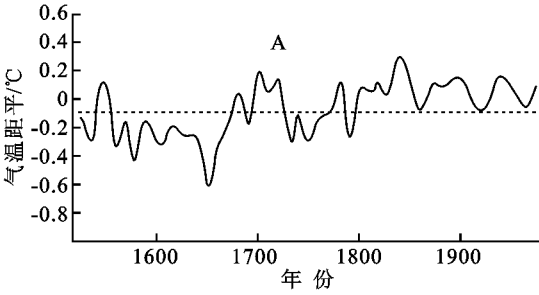


表 1 气候要素周期分析			
气候要素	气温	降水	大风日数
周期/a	33	准 4.8	28
检验水平	0.025	0.05	0.025

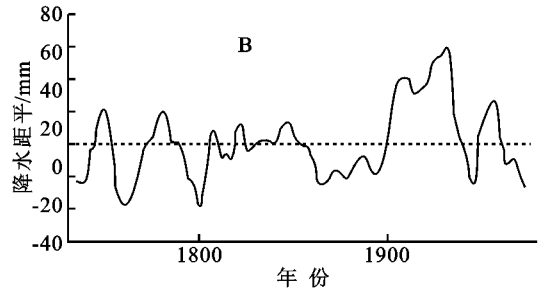


图 4 西藏 1978 年以前气温(A)和降水(B)变化

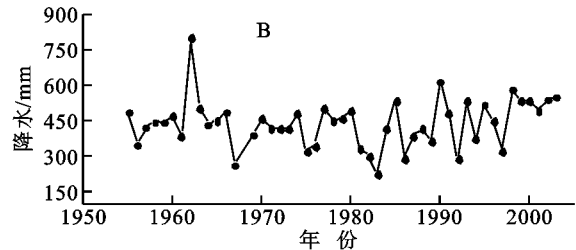
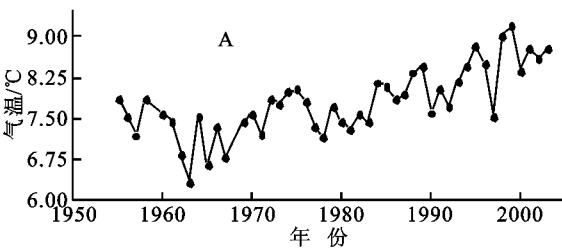


图 5 拉萨市自 20 世纪 50 年代以来的气温(A)和降水(B)变化

4.2 人文影响因素的发展趋势

由于研究区内居民环保意识不断增强,农牧业生产对沙尘天气发生的贡献率没有明显上升。根据西藏自治区统计资料,从研究区的人口变化、农作物播种面积和牲畜年末存栏数分析,1992 - 2002 年间研究区人口由 188 662 人增长到 217 828 人,增加了 29 166 人;农作物播种面积由 11 786.7 hm² 增加到 12 667 hm²,增加了 880.3 hm²;牲畜总头数由 77.66 万羊单位下降为 71.52 万羊单位,下降了 6.14 万羊单位。所以,近 10 a 来上述三项指标变化微小,加之农田基本建设力度逐年加大,农田风蚀基本维持在原有的水平。牧业发展基本上处于多年下降的趋势,草地超载现象将会减缓,预计在国家人口政策不发生改变的情况下,人口增长率将维持目前的水平或有所下降;另外,随着第三产业的兴起,产业结构将得到有效调整,对土地压力增加的幅度不会过大。总体来看,人类活动将继续起到增强风沙灾害的作用,但不会有显著增强趋势。

总之,在 10 a 尺度上的气候变化相对于人文因素变化,其总体趋势是相对缓慢的,但其影响范围十分广泛和深刻。在前述气候变化的背景下,干燥度将继续上升,由此决定了植被的自然恢复能力不能得到提高,依靠植被自然演替而固定沙尘源地非常困难。因此,气候变化趋势在未来 15 a 内不利于削弱风沙灾害强度。人文因素的发展趋势在未来 15 a

内,尽管对风沙灾害强度的加强作用会逐渐降低,但总体上仍起强化作用。因此,拉萨河下游河谷地带的风沙灾害如果没有人为的强迫干扰(即有效治理)活动,风沙灾害将会进一步发展,拉萨市的人居环境不可能得到显著改善。

参考文献:

[1] 徐海量,陈亚宁. 塔里木盆地风沙灾害危险性评价[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(2): 35-39.

[2] 倪雪. 拉萨贡嘎机场干季风沙、浮尘天气特征及预报初探[J]. 四川气象, 2001, 21(4): 46-48.

[3] 周顺武,黄琼中. 拉萨市空气污染物浓度的统计分析及可能的天气原因[J]. 西藏科技, 2002(5): 39-42.

[4] 黄琼中. 拉萨市环境空气质量与气象特征分析[J]. 中国环境监测, 2001, 17(6): 50-53.

[5] 缪启龙,向毓意,顾显跃. 气候变化对西藏环境经济的可能影响[J]. 应用气象学报, 1998, 9(2): 225-230.

[6] 董治宝,李振山. 风成沙粒度特征对其风蚀可蚀性的影响[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 1-5, 12.

[7] 代加洗. 青藏高原气候学[M]. 北京:气象出版社, 1990.

[8] 吴祥定,林振耀. 历史时期青藏高原高原气候变化特征的初步分析[J]. 气象学报, 1981, 39(1): 90-97.

[9] 吴祥定,林振耀. 横断山区近代气候变化的研究[J]. 地理研究, 1987, 6(2): 48-55.

[10] 林振耀,赵昕奕. 青藏高原气温降水变化的空间特征[J]. 中国科学:D 辑, 1996, 26(4): 354-358.