

文章编号:1006-7639(2004)-03-0038-06

2001年张掖市异常干旱分析及防御对策

殷雪莲,张德玉

(甘肃省张掖市气象局,甘肃 张掖 734000)

摘要:分析了张掖市2001年干旱气候特征,并就2001年旱情、旱段长度与历年进行了比较,同时从大气环流特征、水文、生态等方面对2001年严重干旱状况进行了综合分析,结果表明2001年是继1962年后的又一重旱之年,且干旱程度为50 a来罕见;2001年天气气候异常是500 hPa环流异常引起的;通过水文干旱、生态干旱分析进一步反映了张掖市干旱现状。以上结论对河西中部干旱监测、预估及防御措施的实施意义重大。

关键词:张掖市;干旱特征;防御措施

中图分类号:P463.1

文献标识码:A

引言

我国西北地区地处青藏高原的北侧,西邻中亚干旱区,干旱是西北地区主要的气候特点,旱灾是最主要的自然灾害^[1]。尤其对于地处青藏高原东北侧的河西走廊,在大地形边缘下沉气流和亚洲东岸西北气流控制之下,是世界上同纬度最干旱的地区之一,常年降水稀少,干旱灾害频繁发生。

2001年我国北方出现了大范围的春、夏连旱,其中河西走廊中部为甘肃省重旱区之一,其干旱持续时间之长,受灾程度之重为近50 a来少见。2000年冬季至2001年盛夏,张掖市大范围的冬春连旱、春末夏初旱和伏旱,使土壤水分蒸发加剧,耕作层失墒加快,少雨干热气候对农作物播种、生长发育及林果业、牧草长势等极为不利。据有关部门不完全统计,全市受旱面积达18.8万 hm^2 ,粮食减产近20万t,经济作物减收2亿多元,工业损失1200多万元。干旱致使风沙天气频繁,土地沙化日益明显,水资源紧缺,河源水流锐减,严重威胁着人畜的正常生活,对此特大干旱事件进行综合分析,对张掖市防灾减灾及综合治理有重要意义。

目前,有关北方干旱气候特征、甘肃省及甘肃河东地区季节性干旱的研究已有很多,李维京等^[2]对中国北方干旱的气候特征及其成因做了综合研究,

白虎志等^[3]对1997年甘肃省特大干旱事件进行了全面分析,刘德祥等^[4]对甘肃省河东地区近4a少雨干旱的事实进行了研究,上述研究其范围及涉及面较广。由于河西中部属绿洲农业灌溉区,以往研究认为,黑河水系浇灌,此区域干旱程度没有其它旱作农业区严重,故相关河西中部干旱状况的研究较少。本文利用张掖市1980~2001年降水、气温常规资料分析了历年及2001年张掖市干旱特征,并从水文干旱、生态干旱角度初步分析了河西走廊中部及周边地区目前的干旱状况及程度,为今后张掖市干旱监测、预估、干旱领域的拓展及防灾减灾措施的实施提供参考依据。

1 2001年张掖市气候特征

2001年张掖市出现的严重干旱,其特点是:前一年秋、冬季降水偏少,气温偏高,土壤墒情较差,当年少雨月(按区域平均月距平百分率 $< -20\%$)数多,干旱持续时间长,气温偏高。

1.1 降水特征

2000年下半年张掖市出现了伏旱和秋旱,土壤墒情差,2001年又相继出现了春旱、春末初夏旱及伏旱,连旱的出现,使得旱情异常严重,少雨月数为6~10个月,这使本来底墒较差的土壤因得不到充足水分的补偿而失墒严重,全市大部分地方自2000

收稿日期:2003-09-10;改回日期:2004-07-31

基金项目:甘肃省科技攻关项目(GS012-A45-118)“西北干旱成因及应用研究”资助。

作者简介:殷雪莲(1967-),女,甘肃高台人,工程师,主要从事短期天气预报及其相关方面研究。

年 10 月下旬至 2001 年 7 月 15 日前未出现有效降水(降水量 ≥ 5 mm),旱段持续时间山区(肃南、民乐)达 171~212 d,川区(张掖、山丹、高台、临泽)达 215~283 d。川区旱情较山区严重。山丹、高台、临泽、张掖 3 地市旱段为 2000 年 11 月~2001 年 7 月,降水距平百分率分别为 -30%、-60%、-68%、-75%,尤其 2001 年 3~6 月,川区降水量较历年同期平均值偏少 71%~88%,已与 1962 年重旱之年的降水量相当(同期降水距平百分率为 -84%),出现了前所未有的春旱和春末初夏干旱。且 2001 年第一场透雨出现日期(18 日/7 月)比历年透雨平均日期(25 日/5 月)晚了近 60 d,仅次于 1962 年(28 日/7 月),伏期干旱明显。

1.2 温度特征

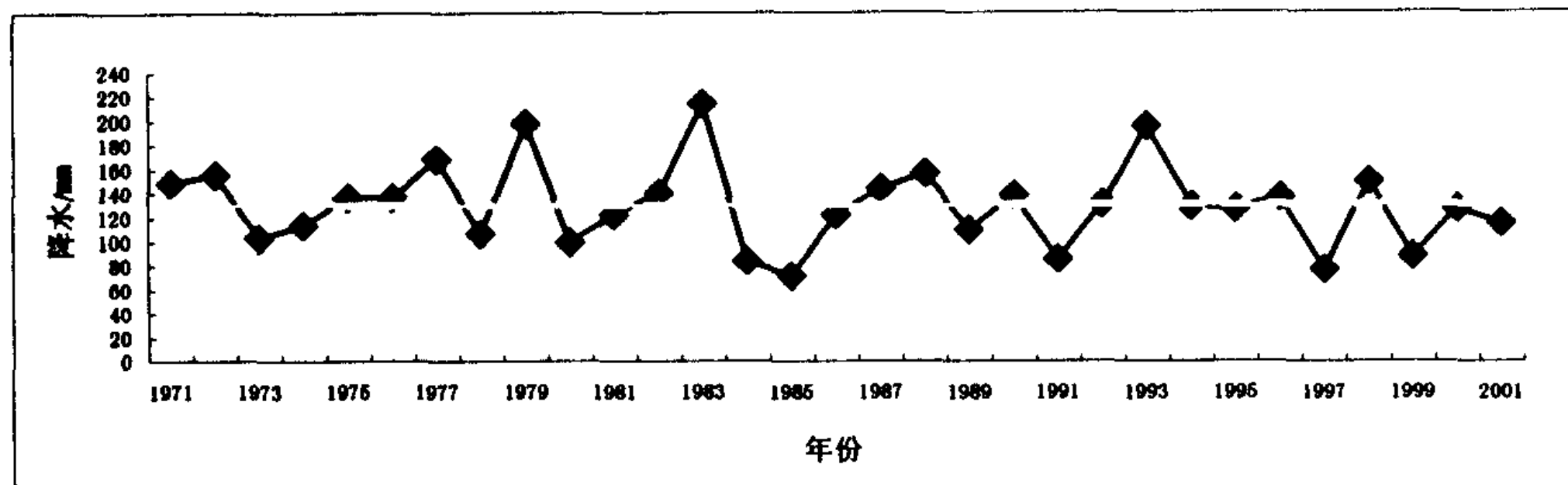


图 1 张掖市降水年际变化图

Fig. 1 Annual change of precipitation in Zhangye city

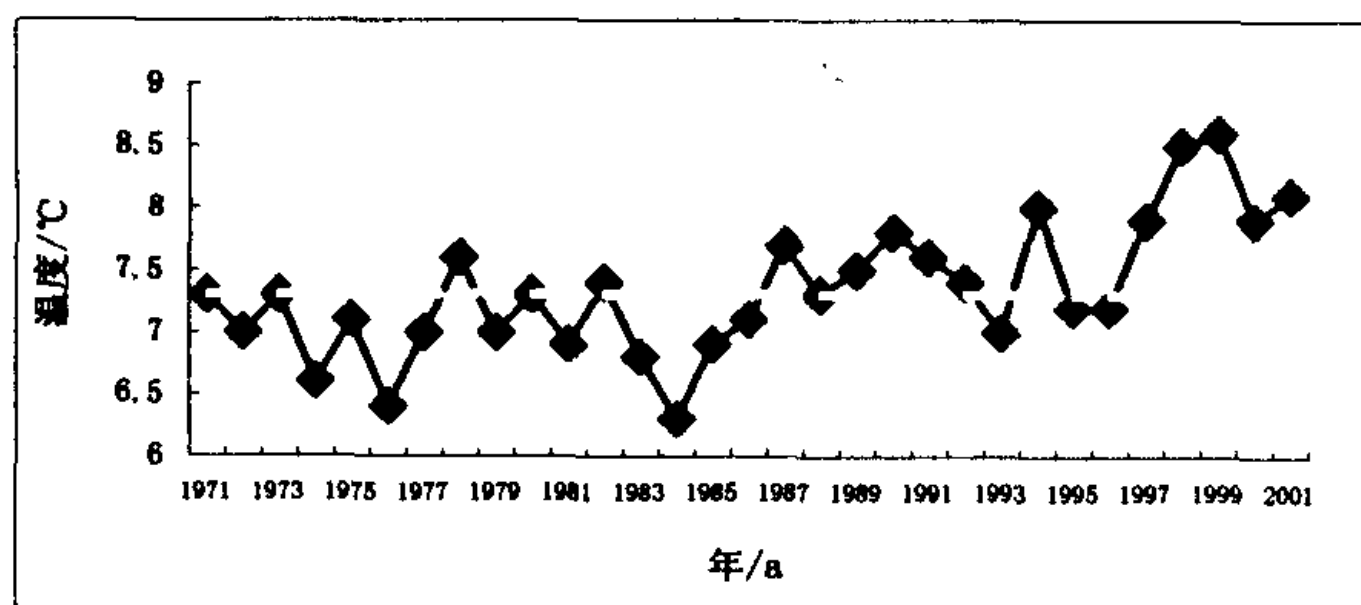


图 2 张掖市温度年际变化图

Fig. 2 Annual change of temperature in Zhangye city

水量呈减少趋势,截止 2001 年的 22 a 中,平均年降水量距平百分率只有 8 a 为正值,14 a 为负值。气温有明显升高趋势,其中 15 a 为正距平,其余 7 a 为负距平,尤其 1998~2001 年年平均气温较历年值偏高 0.9~1.3℃,与全球增温趋势相一致,气候干旱逐年加剧。

张掖市在特殊干旱气候的影响下,出现的干旱类型主要有春旱、春末初夏旱及伏秋干旱,除了季节性干旱以外,还有连旱,连旱影响最重,历史上重旱、特旱年往往是连旱发生的年份^[5]。1951~2001 年的 50a 间,张掖市出现连旱的年份较多,据资料统

2000 年冬季,西北大部气温偏高,其中河西气温较历年偏高 1~3℃,且 2001 年 1 月河西各站极端最低气温均达到了历史最高值。暖冬的出现使河西中部的张掖气温持续升高,分析张掖市干旱年各月温度距平,从中看出(图略),2001 年 3~7 月张掖温度均为正距平,其中 5~7 月分别出现了历年同期气温的最高值,同时 2001 年 7 月张掖最高气温达 39.8℃,超过历年极端最高气温 1.2℃,另外民乐、临泽、肃南、山丹、高台几站最高气温也都达到或接近历年极端最高气温值,这是 2001 年张掖市出现大范围严重干旱的原因之一。

2 干旱强度分析

从图 1、图 2 可看出,张掖市自 1980 年以来降

计,张掖市连旱年份及重旱次数自 1980 年以来逐渐增多,其中 2000~2001 年出现的连旱,影响范围广,持续时间长,可谓上世纪 80 年代以来的特旱年。

一年之中春旱、春末初夏旱对作为黑河流域绿洲农业生产基地的张掖市至关重要。在此期间如遇干旱,将对春小麦及其它农作物产量产生严重影响。从 1980~2001 年张掖市春旱、春末初夏旱情况看(表 1),22 a 间有 16 a 出现了春旱,11 a 出现了春末

表 1 20 世纪 80 年代以来张掖市春旱、春末初夏旱旱情

Tab. 1 Drought conditions in spring, late spring and early summer since 1980 in Zhangye city

年代	春季	春末初夏旱旱情	春末初夏旱旱段(d)
1981	干旱	重旱	58
1983	干旱		
1984	干旱	重旱	47
1986	干旱	干旱	
1989	干旱	重旱	52
1990~1993	干旱	干旱	
1994	干旱	重旱	47
1995	干旱	重旱	45
1996	干旱		
1998~2000	干旱		
2001	干旱	重旱	61

初夏干旱,其中6a达到了重旱(本文把降水量距平百分率 $-20\% \sim -30\%$ 定为干旱, $\leq -30\%$ 定为严重干旱)标准。1990~2001年间出现了3次严重的春末初夏干旱。2001年春末初夏旱段达61d,为21a同期旱段最长、旱情最重的一年。

3 干旱环流特征

干旱的出现与大尺度环流背景密切相关,2001年西北地区天气气候异常是500 hPa高空环流异常引起的。在500 hPa位势高度场上,春、夏季欧亚中高纬区域自西向东维持两槽一脊环流形势,2001年5、6月500 hPa位势高度距平场有一个明显的 $- + -$ 距平波列,即乌拉尔山西侧为负距平区,中西伯利亚到蒙古高原为正距平区,鄂霍次克海上空为负距平区,这种形势下,东亚大槽稳定存在,限制了副热带季风的向北推进,新疆脊较强,河西处于辐散性下沉的西北气流控制中,暖湿气流难以北上,气流干燥,晴空少雨期长。同时,中低纬度高原南支槽比较弱,西太平洋副热带高压也较常年偏东、偏南,暖湿气流无法向北输送,形成5~6月张掖市及甘肃大部少雨干旱的天气。7~8月500 hPa位势高度距平场上,欧亚中高纬区域乌拉尔山东侧、鄂霍次克海上空维持低槽区,且稳定少动,为负距平区,新疆北部与蒙古高原上空为正距平区域,表明冷空气主要在亚洲高纬度活动,很少有机会南侵。盛夏,中低纬度区域均为大范围正距平区,副热带高压增强,脊线位置较常年偏北^[6],河西因缺乏降水必须的暖湿气流而形成了伏期干旱。

4 水文干旱分析

4.1 冰川融水逐年减少

祁连山冰川蕴育着河西走廊这片绿洲区,走廊年降雨量远低于蒸发量。祁连山冰川1a融化72.6亿 m^3 ,是维系河西走廊生产用水、生态用水、城市用水的唯一水源。近年来,由于全球升温的效应,祁连山冰川融水却比上个世纪70年代减少了约10亿 m^3 ,相应引起冰川减薄和退缩,冰川局部地区雪线正以年均2至6.5m的速度上升,有些地区的雪线年均后退速度竟达12.5~22.5m,其中祁连山中段年平均气温比上世纪70年代上升了0.39 $^{\circ}C$,使“七一”冰川以每年0.8~1.0m的速度后退,高山“固体水库”库容量减少,水文条件恶化,使黑河出山径流减少了16.2%。根据甘肃省气象局卫星遥感信

息资料分析,由于受持续干旱的影响,2001年4~5月祁连山西部及中部偏西山系积雪深度较2000年同期有所减少;同时根据肃南观测点的观测表明,祁连山雪线较2000年同期明显上升。因水源减少,河西灌区农业生产受到了严重影响,河西走廊周边地带自然生态环境严重恶化,干旱加剧。

4.2 河川径流减小,地下水位下降

黑河是我国第二大内陆河,是流经张掖境内的主要河流之一。黑河径流主要有祁连山区降水和融冰化雪补给,祁连山区降水直接控制着黑河的水文情势。据研究自20世纪70年代至2000年,黑河上游气温逐渐上升,其中1998~2002年黑河中、上游平均气温升高了1.3 $^{\circ}C$ 、1.4 $^{\circ}C$,气温上升幅度为历年罕见,上游山区降水量自80年代以来呈减少趋势^[7]。祁连山区气候变化与河西干旱趋势相一致。上游降水及冰川融水的逐年减少,导致了黑河径流的减小。以莺落峡水文站流量资料代表黑河径流变化,从1980~2001年径流曲线中分析,莺落峡年均径流约15.8亿 m^3 ,由于1999~2001持续干旱的影响,使年径流由1998年的21.6亿 m^3 持续降至2001年的13.1亿 m^3 (图3)。

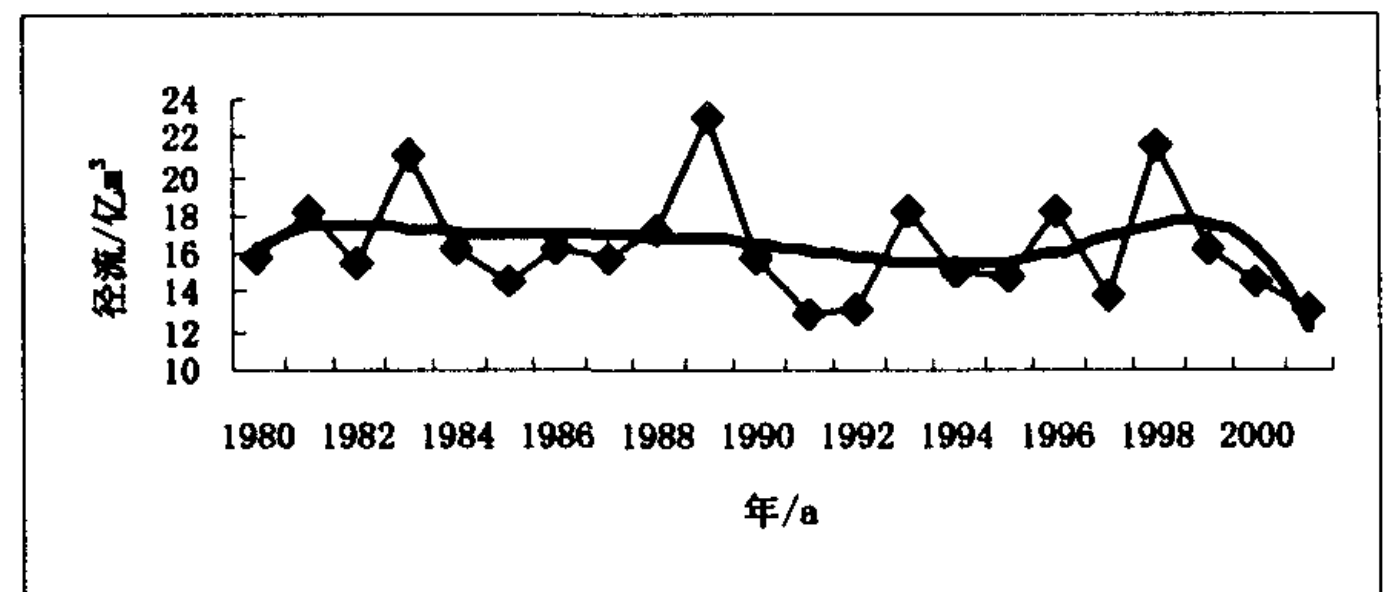


图3 黑河莺落峡径流年际变化

Fig.3 Annual change of Heihe river (Yingluoxia) runoff

按黑河年均径流量估算,过去流入额济纳旗的水量约8亿 m^3 ,但自上世纪80年代以来,由于张掖经济快速发展及干旱气候的影响,黑河下泄水量大幅度减少,特别是近5a竟下降到2亿 m^3 左右,黑河下游狼心山断面断流时间愈来愈长。根据内蒙古自治区推算,下游断流时间由50年代的约100d延长至现在的近200d,其中1999~2001年偏枯和枯水年份黑河下游狼心山断面断流达203~250d左右。而且河道尾间干涸长度也呈逐年增加之势,由此引发河道断流加剧,湖泊干涸,在下游地区及中游绿洲外围地带则呈现地下水位持续下降^[8],黑河流域下游地区水位下降1.2~5.0m,水质矿化度明显提高,水生态系统严重恶化。2001年张掖市严重干

旱,使河源来水锐减,库塘蓄水严重不足,1~10月张掖市主要河流平均来水 $57.68 \text{ m}^3/\text{s}$,与多年同期相比减少 60.7%,其中黑河减少 38.5%;梨园河减少 39.6%。全市 80%的河流出现断流,其中马营河断流达 38 d。夏灌前全市库塘蓄水 1.13 亿 m^3 ,与前一年同期相比基本持平,比多年同期减少 13%;在灌溉用水高峰期 6 月中旬,全市库塘蓄水只有 1366 万 m^3 ,比前一年减少 58.4%,有近 30 座水库空库运行,有蓄水的水库大部分处于死库容。全市有 335 眼机电井干涸,1 462 眼机电井出水不足。

5 生态干旱分析

5.1 水资源严重短缺

干旱是限制社会经济发展的主要障碍,也是造成生态环境极度脆弱的主要原因,而水又是干旱地区维持生态环境的主要基础。张掖地处河西走廊中段,南依祁连山北靠合黎山,地处巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠边缘,全市年降水量 $105 \sim 495 \text{ mm}$,蒸发量 $1471 \sim 1729 \text{ mm}$,属于大陆性干旱气候,工农业生产生活用水主要依靠过境水黑河来水。据统计,尽管张掖市境内的大小河流达到了 26 条,但由于上游来水量减少,河道萎缩等原因,使得全市可利用的地表水资源量仅为 246 亿 m^3 ,地下水资源量 1.15 亿 m^3 ,目前人均占有水资源量仅有 1250 m^3 ,为全国人均水平的 57%,预计到 2015 年人均水量将降为 1000 m^3 ,水资源极度短缺,属严重缺水地区,缺水是制约张掖社会经济发展的关键问题。20 世纪后期,随着经济的发展,人口的增长,耕地的扩大,张掖水资源日益紧缺。由于水资源短缺,不仅灌溉期有约 3.3 万 hm^2 农田受旱,而且防风固沙林和水源涵养林由于干旱和地下水位下降,面积不断减小;草场由于缺水不断退化,一些沙生植物相继死亡,使得荒漠化日益加剧。

黑河来水量时空分布不均,农作物需水关键期径流短缺,是造成张掖市干旱的又一个特点。黑河径流年内分配与降水过程和高温季节基本一致,径流量与降水量集中于暖季(6~9月)。中游地区进入春灌高峰,正逢河水枯水期。河川径流的年内分配,受河流的补给类型、流域自然地理特征以及干湿条件的影响差异很大,张掖市黑河水系最大 4 个月(6~9月)(图 4)径流量占年径流的 45%~80%,5~6 月份灌溉临界期的天然来水量仅占年径流量的 15%~25%,而同期的灌溉需水量却占年需水量的

34%~45%,因而自然降水过程不能适应农业灌溉的需水要求,每年因春末夏初干旱缺水造成的农业减产面积约占 20%~30%,干旱相当严重。2001 年春末夏初期间,张掖市川区降水量仅在 $4.1 \sim 5.2 \text{ mm}$ 间,自然降水稀少,使 18.8 万 hm^2 作物受旱,其中成灾面积 9.85 万 hm^2 ,绝收 5.39 万 hm^2 ,粮食减产近 20 t。

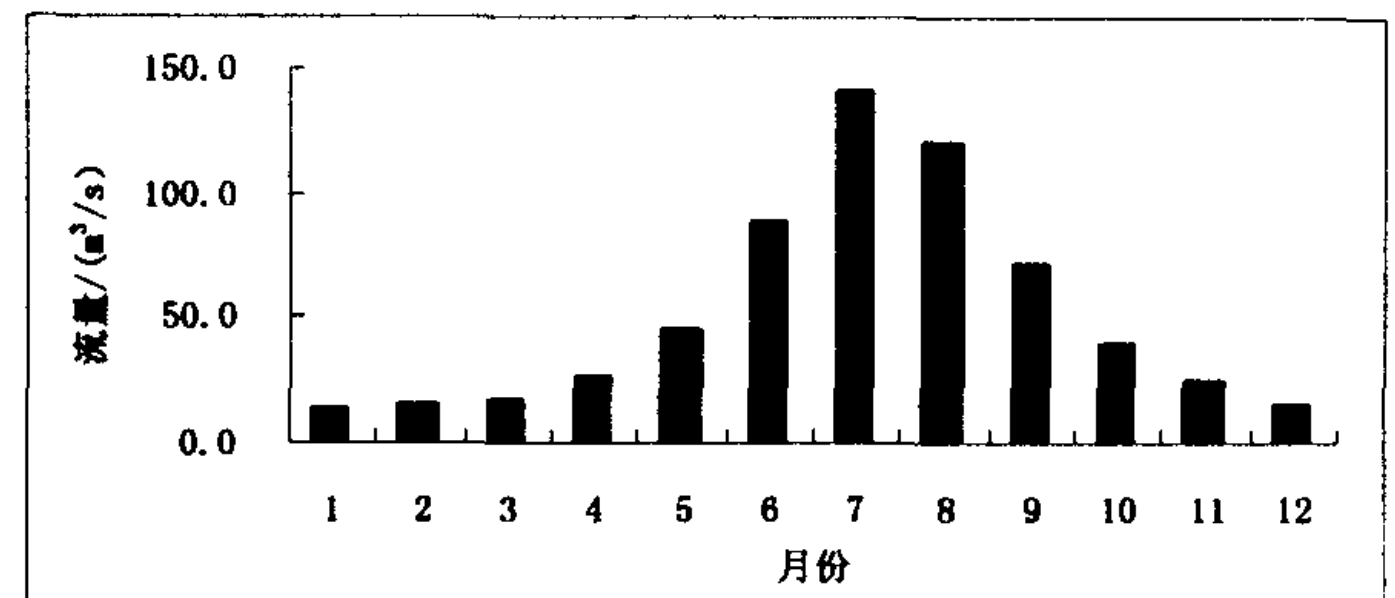


图 4 莺落峡站多年月平均流量分配

Fig. 4 Monthly average discharge distribution in Yingluoxia station

5.2 水土流失、土地沙漠化加剧了干旱程度

由于河西走廊特定的干旱气候条件和地理位置,决定了张掖市属于典型的内陆干旱荒漠生态区,随着人为活动的日益加剧,决定了当地生态环境脆弱、旱灾频繁的状况。张掖市地处沙漠边缘,干旱缺水、沙化、荒漠化正在向人们逼近,随着干旱加剧,将出现沙漠区向农区推进,风蚀区向耕作区推进的生态恶化趋势。根据甘肃省第 3 次土壤侵蚀遥感调查结果,全市现有水土流失面积 39804.71 km^2 ,其中轻度以上 15775.19 km^2 ,占总土地面积的近 40%。与 1995 年相比,水土流失面积和强度都有所增加,表明该区的生态环境在进一步恶化。目前,张掖市尚有沙漠、戈壁 600 多万 hm^2 ,部分地方仍受流沙威胁,风沙危害面积达 0.3 万 hm^2 ,农田土壤沙化面积 1.7 万 hm^2 ,全市草原 60% 以上是荒漠半荒漠草场。位于黑河上游高海拔区的肃南县、山丹军马场、民东县南丰乡、山丹县邓营乡等沿山地区,由于无节制的放牧和开发农田,该区 96.8% 的天然林、82.9% 的灌木林和 62.5% 的天然草场遭到严重破坏,加剧了水土流失。荒漠、草原地带锁阳等药材的采挖也造成了地表植被的强烈破坏,为风蚀提供了条件。同时,人口增加造成的大面积开荒扩田破坏了许多沙生植物的生存条件,一些沙生植物相继死亡,使沙丘推进速度加快,土地沙化加剧。张掖市肃南县明花区,由于干旱沙化,生态失衡,森林覆盖率只有 1.56%, 1800 多 km^2 的草原已不能养活 2 163 人和 4.1 万头(只)牲畜,人们只能迁徙它地,背景离乡。

5.3 森林、草原面积减少,生态干旱严重

祁连山天然林是本区水源的主要集聚地和贮存中心,起着保持水土、调节径流、哺育中下游绿洲的特殊功能,它的枯荣在一定意义上左右着张掖市的生态平衡。祁连山山麓地带的草甸草原同样起着涵养水源、保持水土、防风固沙的重要作用。由于干旱,祁连山区森林界线平均退缩 29.6 km,最多可达 40.0 km,森林覆盖率由 20 世纪 50 年代的 20% 减少到现状的 12.4%,祁连山西段大约 $400 \text{ hm}^2 \times 104 \text{ hm}^2$ 山地森林已荡然无存。山地森林大面积破坏的结果,直接导致山地土壤侵蚀加剧乱砍滥伐林木,毁林造田,使自然生态环境遭受严重破坏,造成水土流失。仅祁连山水源涵养林就由 20 世纪 50 年代的 55.3 万 hm^2 减少到目前的 29.4 万 hm^2 ,林缘线后移。草原过度放牧、采挖药材、烧荒造田等破坏和扰动天然植被现象突出,黑河流域中下游地区在 1958~1993 年内牧草产量下降 52%~87%。由于水资源急剧减少引起草地干旱以及草地开垦与超载过牧等原因,内陆流域草地面积大幅度减少。植被退化,生物多样性下降,加剧了流域周边地区干旱化程度。同时由于对草场的管理混乱,全市绝大多数草场过度放牧,原有天然草场植被度降低,草质变劣,草原水土流失和沙化现象日益加剧。草场“三化”严重,张掖三化草地 149.3 万 hm^2 ,占可利用面积的 69.2%,其中退化草场 109.3 万 hm^2 ,沙化草地 26.7 万 hm^2 ,碱化草地 13.3 万 hm^2 ,全市草原 60% 以上是荒漠半荒漠草场。

5.4 风沙灾害频繁

河西走廊地处塔克拉玛干、巴丹吉林、腾格里等沙漠戈壁包围之中,自然形成的沙源非常丰富。特别是风力侵蚀导致的沙尘暴天气已成为张掖市常见的自然灾害。近年来,随着全球气候变暖,张掖市气温在波动中上升,降水在波动中减少,从而使气候干燥化加剧,并加剧了土壤水分干旱化的过程。近 40 a 气象记录表明,河西春季大风频次最多,大风日数增减与沙尘暴日数的增减一致。张存杰^[9]等认为河西地区沙尘暴 20 世纪 70 年代较频繁,80~90 年代前期处于下降趋势中,而 1998~2001 年又处于上升趋势中,特别是 2001 年发生了 2 次强沙尘暴过程和 9 次一般过程,在连旱和风沙的影响下,张掖市 2001 年最深干土层达 30 cm,土壤相对湿度普遍低于 40%,沙化情况和风沙危害更加严重,生态环境十分脆弱。

6 防御措施

位于河西走廊中部的张掖市,在特殊地理环境和全球气候变化影响下,气候干旱、土壤干旱、水文干旱及生态干旱日益加剧,加强区域干旱监测、预测、决策服务,势在必行。

(1)充分利用先进的现代化设备与技术加强干旱监测、预测研究,不断拓展干旱监测诊断领域,使干旱研究拓展到土壤干旱、农业干旱、生态干旱、水文干旱等诸多领域,逐步提高干旱监测诊断水平和效益。同时要将干旱监测与干旱影响评价相结合,建立预测、预警、决策及服务综合系统,争取为政府提供第一时间的决策建议。

(2)坚持“南扩青龙、北退黄龙、中保绿洲”的方针,即加强南部水源涵养林和草场的建设,加强中部走廊区农田林网建设,并有效遏制北部治沙造林、防止沙漠的入侵,同时大力推进祁连山生态环境建设。

(3)合理开发利用水资源。即每条河流实行全流域水资源的合理规划与科学管理调度,积极保护绿洲,保持绿洲外围地区的生态用水,维持全市的生态平衡,为此必须加强和树立节水意识与环境意识,加强环境保护和建立节水型社会体系,加强科学研究,依靠科技进步,维护社会经济可持续发展。

(4)大力发展节水农业。依照张掖市生态气候条件选择适生的农作物和确定适宜种植比例,积极调整作物布局,改革与抗旱生产不利的农作制度,搞好早春镇压提墒,耙磨保墒,苗期中耙锄草等传统抗旱增产措施,提高土壤水分利用率。同时要因地制宜地使用抗旱保水剂,大力推行日光温室、地膜栽培技术,玉米瓜菜地膜覆盖栽培新技术,大力实施常规节水、低压灌溉、喷灌技术、示范滴灌、喷灌等高效节水技术,使有限的水资源发挥其最大作用,产生最佳效益。

(5)加大人工影响天气力度,开发空中水资源。据研究表明,在青藏高原东北侧水汽总输入量中,只有 15% 形成降水,85% 水汽越界而过,在全年总蒸发量中,只有 7% 重新形成降水返回该区域^[10],故将空中云水资源转化为自然降水,可有利于社会经济发展和生态平衡。张掖南部祁连山区空中水资源丰富,山区中年最大降水量超过 600 mm,是走廊地带降水量的 2~15 倍,在祁连山区实施人工增雨(雪)有独特的气候条件,对改变整个黑河流域生态环境,缓解张掖市水资源紧缺,满足各部门用水需求意义重大。

7 结论与讨论

(1)20 世纪 80 年代以来,张掖市降水量逐渐减少,气温明显升高,干旱程度日益加剧。

(2)2001 年天气气候的异常是 500 hPa 高空环流异常引起,张掖市 2001 年是继 1962 年后的又一重旱之年,且干旱程度为 50 a 来所罕见。

(3)冰川融水逐年减少,河川径流减小,地下水位下降使黑河流域下泄水量大幅度减少,流域周边地区生态环境日益恶化,导致干旱化程度加剧。

(4)张掖市水资源严重短缺,致使水土流失、土地沙漠化程度加剧,森林、草原面积减少,风沙灾害频繁,生态干旱极其严重。生态干旱的加剧,导致气候向干旱化趋势发展。

(5)使干旱研究逐步从气候向土壤、水文、生态等领域拓展,为干旱监测、预测、预估及防灾减灾提供科学的理论依据意义重大。

参考文献:

- [1] 白肇焯,徐国昌,孙学筠,等.中国西北天气[M].北京:气象出版社,1988.152-201.
- [2] 李维京,赵振国,李想,等.中国北方干旱的气候特征及其成因的初步研究[J].干旱气象,2003,21(4):1-5.
- [3] 白虎志,谢金南,王宝灵.1997 年甘肃省特大干旱事件的诊断分析[J].高原气象,1999,18(1):55-62.
- [4] 刘德祥,王宝灵,蔡忠兰,等.甘肃省河东地区近 4 年少雨干旱的事实分析.甘肃气象,1998,16(1):31-34.
- [5] 钱林清主编.黄土高原气候[M].北京:气象出版社,1991.151-156.
- [6] 刘德祥,朱炳瓌,董安祥等.甘肃省 2001 年干旱特征和成因分析[J].甘肃气象,2002,20(1):4-7.
- [7] 曹玲,窦永祥,张德玉.气候变化对黑河流域生态环境的影响[J].干旱气象,2003,21(4):45-49.
- [8] 黄高宝,柴强,柴守,张掖市水资源利用现状与可持续发展[J].干旱地区农业研究,2001,19(3):98-103.
- [9] 张存杰,汤绪,李耀辉.河西走廊沙尘暴特征及气候成因分析[J].干旱气象,2003,21(4):18-22.
- [10] 崔玉琴.西北内陆上空水汽输送及其源地[J].水利学报,1994,(9):79-87.

The Drought Characteristics Analysis in Zhangye City in 2001 and Some Defending Countermeasures

YIN Xue-lian, ZHANG De-yu

(Zhangye Meteorological Bureau, Zhangye 734000, Gansu, China)

Abstract: The spatial and temporal characteristics of drought which occurred in 2001 in Zhangye city were analyzed in this paper, and the severity and the last time of this drought event were compared with those which happened in past years, at the same time, the atmosphere circulation, hydrology and ecology drought in 2001 were also analyzed. The results show that 2001 was another arid year following 1962, and the severity of the drought was rare in recent 50 years, and it was associated with the unusual atmosphere circulation at the level of 500 hPa, and the current drought condition were presented too. The conclusions were significant to the aridity monitoring and defending for the west region of Yellow river.

Key words: Zhangye city; drought characteristic; defending countermeasure