

甘肃省干旱气候变化及其 对西部大开发的影响^{*}

谢金南¹⁾ 李栋梁²⁾ 董安祥¹⁾
尹东¹⁾ 朱炳瑗¹⁾

1) (甘肃省气象局, 兰州 730020)

2) (中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000)

P4 A

摘要 利用历史文献及有器测以来的甘肃省气象、水文、卫星遥感资料, 对全省历史气候背景作了分析, 特别是对近 70 年气候变化和 2000 年干旱气候特征进行了系统研究。在此基础上提出了干旱气候变化对西部大开发的影响, 重点讨论了对甘肃农业、水资源的影响, 进而指出需要思考的问题及相应的对策。

关键词: 干旱; 气候变化; 中国西部

1 前言

甘肃省深居内陆, 地形复杂, 气候差异大, 东南部温湿, 西北部冷干, 从东南到西北几乎包括了从北亚热带湿润区到高寒区, 干旱区的各种气候类型。全省年均降水量 300 mm 左右, 不及全国的一半。气象灾害占整个自然灾害的 88.5%, 高出全国平均 18.5%。干旱出现频率高, 是最主要的自然灾害, 每年平均受旱面积近 70 万 hm^2 , 特别是 20 世纪 90 年代以来, 干旱频率加剧, 给工农业生产和国民经济带来很大影响。

甘肃河东为雨养农业区, 既是气候变化敏感区, 又是生态环境脆弱带, 由于黄土层厚, 地下水资源比较贫乏, 可利用的水资源主要是空中水。但空中水季节性强, 年际变率大。河西降水稀少, 属干旱区, 是依靠源于祁连山的内陆河灌溉的绿洲经济区。

开发西部, 开发甘肃, 必须对其相关的气象问题, 有一个比较深刻的认识, 特别是掌握干旱气候的演变规律, 这对科学开发、利用和保护生态环境, 趋利避害, 促进西部经济发展有着非常重要的意义。

2 干旱气候变化及其特征

2.1 历史气候背景

全新世的气候变化可分为早、中、晚 3 个阶段^[1,2]。距今 10000 年~8300 年的早全新世, 是 3 个阶段中最冷最干的时期; 距今 8300~3000 年的中全新世, 是暖湿阶段。

2000-11-24 收到, 2002-03-06 收到再改稿

^{*} 国家“九五”重中之重科技项目 96-908-05-03 专题“西北地区干旱预测系统研究”资助

当时温度比现在高 2.5°C 左右, 降水量比现在多 50% 左右; 距今 3000 年以来的晚全新世气候冷干, 特别是干燥现象明显, 它包括 2~3 个千年尺度的波动。其中距今约 1400~900 年的隋唐、五代到北宋年间, 为相对暖湿时期。

根据研究^[1], 近千年中的冷暖波动准周期变化在 120~210 年之间, 而干湿波动变化在 100~130 年之间, 甘肃省正处在新的千年暖期的开始期。近 500 多年中有 3 个暖期, 4 个冷期。3 个暖期 (1570、1780 和 1900 年前后) 基本与湿期对应; 4 个冷期中, 2 个冷期 (1480 和 1830 年前后) 与干期对应, 1 个冷期 (1680 年前后) 与湿期对应。17 世纪 80 年代最冷, 比现在低约 1°C ; 本世纪初最暖, 比现在高 1.6°C 。可以看出, 大多数百年尺度暖期与湿期基本对应, 冷期与干期基本对应, 但也有个别冷湿阶段。从近百年看, 甘肃省目前处在干燥期, 气温由冷向暖转变。

2.2 近 70 年气候变化

2.2.1 降水量的变化

2.2.1.1 降水变率大, 时空分布极不均匀

甘肃全省年降水量为 40~800 mm。东南部的康县年降水量为 779.2 mm, 西北部的敦煌年降水量为 38.7 mm, 两地相差 760.5 mm。中部年降水量为 200~500 mm。在祁连山东侧, 陇东西侧, 自景泰经定西到陇西、天水、武都、文县为一个由北向南伸展的干舌, 该干舌是青藏高原外围少雨带的组成部分 (图 1)。自然降水的年变率大, 相对变率河西最大, 在 20%~40% 之间, 中部和陇东为 15%~25%, 陇南为 15%。降水量年内分布极不均匀, 主要集中在夏季, 占年降水量的 45%~70%。

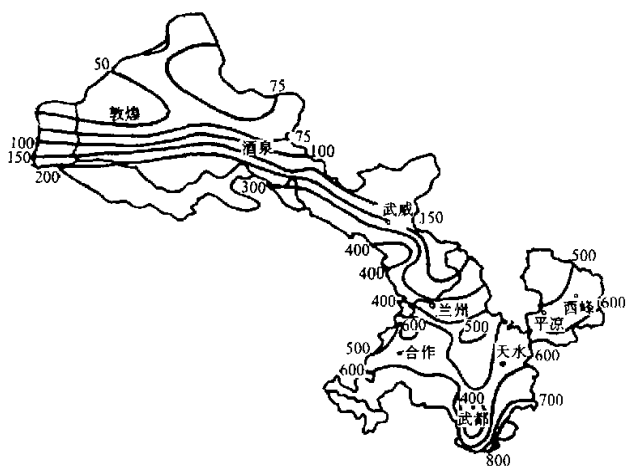


图 1 年降水量的空间分布 (单位: mm)

根据旬降水量分析, 从 5 月到盛夏有两个少雨时段 (见图 2), 一个为春末夏初旱段, 另一个为伏旱段, 形成了对夏、秋作物生长影响较大的两个主要干旱时段。

2.2.1.2 干旱频率增高, 旱情趋于严重

近 50 年甘肃省春旱、春末夏初旱、伏旱和秋旱的发生频率都比较高。无旱仅有 11

年, 占 22.5%; 一个旱段的有 12 年, 占 24.5%; 2 个旱段的有 16 年, 占 32.6%; 3 个旱段的有 9 年, 占 18.4%; 4 个旱段的有 1 年, 占 2%。可见有 2 个以上旱段的年份就超过 50%。从表 1 看出, 春末夏初旱主要在 20 世纪 50~60 年代、90 年代略有增多趋势; 伏旱发生频率自 60 年代以来持续偏高并有所发展; 秋旱 90 年代发生频率又有增加, 这个干旱趋势应引起我们足够重视。

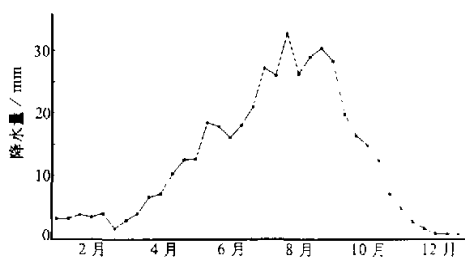


图 2 甘肃省河东地区 18 站多年平均旬降水量曲线图
横坐标为各月上旬

2.2.1.3 东西部降水趋势变化各不相同, 阶段转折明显

甘肃省河东地区与西北东部各省(区)降水趋势大致相同, 20 世纪 60~70 年代降水较多, 80~90 年代较少, 其中 90 年代最少, 干旱加重。河西走廊降水趋势与河东基本相反, 50~60 年代降水较少, 80~90 年代降水较多(见图 3)。降水的转折期大约在 70 年代中期。

2.2.2 气温的变化

2.2.2.1 地域差异大

甘肃省地域广阔, 地形复杂, 气温差异较大。全省年气温从 -0.3°C (天祝县乌鞘岭) 至 14.8°C (文县), 自东南向西北, 由盆地、河谷向高原、高山逐渐递减。祁连山区地形复杂, 气温垂直变化较大, 气温等值线大致与地形等高线走向一致, 海拔 3000 m 以上的地方年平均气温在 0°C 以下。陇南纬度偏南, 气候温暖; 甘南是青藏高原的东部边缘, 气候严寒。

2.2.2.2 波动变化较显著

20 世纪 60 年代以来, 全球温度保持上升趋势, 90 年代达到最高, 全球平均气温上升了 0.5°C 。

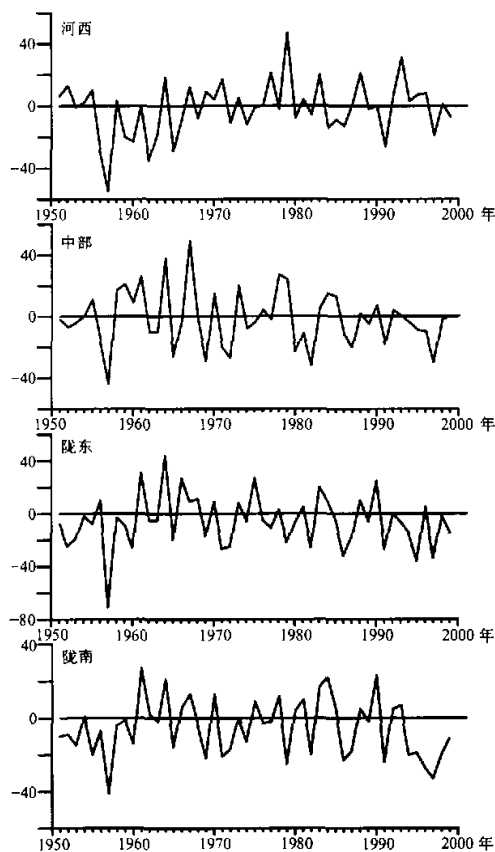


图 3 甘肃各地平均年降水量距平百分率的年际变化

在全球气候变暖的背景下,我国气候也趋于变暖,但是有明显的地域性和季节性。甘肃省近 70 年来气温呈暖-冷-次暖的过程演变。40 年代最高,50 年代初急剧下降,60 年代最低,80 年代以后缓慢上升,90 年代以来继续上升(见表 2),但是,仍然比 40 年代低。祁连山区气温变化趋势与全省基本一致(表 3)。

气温变化的突变性明显,年和冬季平均气温均在 1955 年(由高变低)和 1985 年左右(由低变高)出现突变。夏季温度由高变低突变点也在 1955 年左右。但是由低变高突变点推迟到 1991 年左右出现。

表 1 甘肃省 20 世纪旱段频率 %

年代	春旱	春末夏初旱	伏旱	秋旱
50	20	50	40	40
60	30	50	50	0
70	40	40	60	30
80	10	30	60	30
90	30	40	70	50

表 2 甘肃省平均气温距平 20 世纪年代际变化 C

时段	30 年代	40 年代	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代
年平均	1.8	2.1	0.2	-0.2	0.0	0.1	0.7
春季	1.4	2.1	0.2	0.1	0.0	-0.1	0.6
夏季	2.0	2.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5
秋季	1.6	2.0	0.1	-0.2	0.0	0.2	0.5
冬季	1.9	2.0	-0.1	-0.5	0.0	0.5	1.0

表 3 祁连山区 7 站平均气温距平年代际变化 C

时段	40 年代	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代
年平均	2.2	0.7	-0.6	-0.1	0.1	0.6
春季	2.9	0.7	-0.4	-0.0	-0.3	0.5
夏季	2.9	0.9	-0.6	-0.2	-0.1	0.4
秋季	2.2	0.7	-0.7	-0.1	0.3	0.4
冬季	0.8	0.4	-0.7	-0.2	0.4	0.7

2.2.3 20 世纪 90 年代气候变化特征

2.2.3.1 河东降水持续偏少,秋雨明显减少

甘肃省河东地区包括河西东部降水量从 1986 年开始减少,与气温升高基本同步。进入 90 年代降水持续偏少,且下降趋势明显(图 4)。90 年代以来有 4 年偏少 1 成以上,其中 1991 年偏少 2 成,1997 年偏少 3 成。全省天水市偏少最为明显,1996 年偏少 4 成,比多年平均少了 220 mm。各个季节中秋季降水减少最为明显,比多年平均值少了 3 成多,且从 1979 年开始多数年份偏少,偏少幅度较大,都在 2 成以上,至 90 年代,秋季降水量不到 60 年代的 60%。90 年代春季和初夏(3~6 月)的降水量减少也较为明显,约 1 成左右,与 80 年代相比减少更为明显,其中 1995 年偏少 6~7 成。1982 年至 1991 年春季和初夏降水较多,这是 80 年代本省多年夏粮丰收的气候原因。进入 90 年代夏季降水趋于平稳。河西中西部降水减少现象不明显。

2.2.3.2 干旱发生频繁、灾情越来越严重

进入 90 年代以来, 由于降水量持续偏少、气温持续偏高, 导致干旱频繁发生, 尤其是伏旱和秋旱发生频率明显增多, 分别达到了 70% 和 60%, 春旱和春末夏初旱比 80 年代也有明显增加。近 50 年来, 全省共发生严重干旱 13 次, 而 90 年代就出现了 6 次, 分别是 1991、1994、1995、1997、1999 和 2000 年。特别是 1995 年和 2000 年最为严重。1995 年河东降水偏少, 陇东偏少更为明显, 全省出现春旱, 春末初夏旱, 伏旱, 对农业生产影响较大。天水、陇南等地自 1994 年开始连续 6 年干旱, 旱情之重、持续时间之长、范围之广为有记录以来之最。

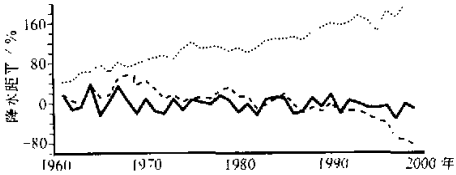


图 4 甘肃省年降水距平百分率(实线)及其累积曲线(虚线)与粮食单产(点线, 单位: kg hm⁻²)

2.2.3.3 气温越来越高, 冬温升高明显

甘肃省年平均气温自 1985 年开始逐渐升高。进入 90 年代, 多数年份偏高 0.4℃ 以上, 特别是 1997 年以来年平均气温偏高都在 1.0℃ 以上, 1998 年最高, 达 1.6℃。其中兰州市偏高趋势最明显, 1998 年偏高 2.1℃, 为有记录以来最高值。一年四季冬季气温偏高更为明显, 偏高 1.0℃。1998~1999 年的冬季是有记录以来最暖的冬季, 全省大部分地方气温偏高都在 2.0℃ 以上, 其中西峰、兰州、武威等地超过了 3.0℃。

2.2.3.4 强沙尘暴发生频率增多

甘肃省是我国沙尘暴的高发区, 据统计, 1952~2000 年共出现强和特强沙尘暴天气 47 次, 平均 1 次/年。频次呈明显上升趋势(表 4)。

表 4 甘肃省强和特强沙尘暴出现次数及频数(20 世纪)

	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代
次数	5	5	6	10	21
百分率(%)	10.6	10.6	12.8	21.3	44.7

进入 90 年代以来, 甘肃省强沙尘暴发生更加频繁, 1995~2000 年出现 17 次, 平均 2.8 次/年, 其中 1999 年春季西北地区出现特强沙尘暴 3 次, 这主要与 1998~1999 年冬春暖干气候有关。

2.3 2000 年干旱气候特征

2000 年全省除少数地方接近年降水量外, 大部分地方降水偏少, 且时段分布极不均匀, 气温偏高, 沙尘暴频繁发生。

2.3.1 干旱持续时间长, 范围广, 强度大

全省 1999 年 7 月中旬至 2000 年 8 月上旬大多旬降水量偏少, 多雨雪集中在个别旬。降水偏少的旬, 河西占总站数的 75%, 中部占 90%, 陇东占 78%, 陇南占 74%。尤其是春~初夏(3~6 月)和盛夏前伏期(7 月)降水明显偏少, 加之上年伏秋降水少, 土壤底墒差, 干旱更加严重。

春~初夏旱段。2000 年全省大范围的春~初夏干旱严重,重旱区主要分布在白银、兰州、定西、临夏、庆阳、平凉、天水等地州市,是全国北方旱区的一部分。全省绝大多数地方开始于 3 月上旬、4 月中旬至 6 月 25 日全省干旱,大部分地方未降透雨,降水偏少 2~8 成,干旱强度和范围大。结束时间各地不同,河西中西部最早,在 5 月中旬;中部和陇东大部及甘南州最迟,在 6 月中旬。旱段长度一般为 80~110 天。在近 50 年中全省大范围的严重春~初夏旱共出现过 4 次,前 3 次分别是 1962、1966 和 1995 年。2000 年的干旱与大旱的 1995 年非常相似。受旱时间之长,范围之广,强度之

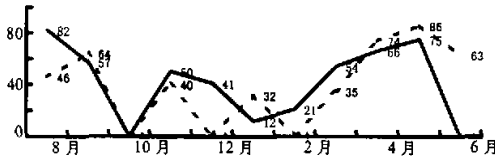


图5 甘肃省2000年春季初夏旱站数(%)与1995年同期比较
实线为1999年8月至2000年6月,
虚线为1994年8月至1995年6月

大,灾情之重超过了大旱的1995年。从图5可见,春末夏初干旱站数的变化趋势基本一致,1995年和2000年的前一年伏秋(8、9月)均为大范围的干旱;11月份40%~50%的站降水偏少,2月份以后受旱站数均在增加,3~6月受旱站数达50%~80%,受旱面积不断扩大,旱灾强度

加强。从2000年6月份月总降水量上看似乎不早,这是因为6月25日前后的一次降水过程雨量超过了全月平均值的缘故。

盛夏前伏旱段。2000年盛夏发生了全省大范围的严重干旱,82%的地方达重旱。全省盛夏旱段开始于6月28日前后,结束于8月6日前后,旱段长度为1个多月。近50年中,全省大范围的盛夏严重干旱共出现5次,分别是1957、1973、1982、1991和2000年。旱段长度虽未超过历史极值(1957年6、7、8月降水量连续偏少3~8成),但这次干旱强度为近50年所罕见。

2.3.2 盛夏出现异常高温

受全球气候变暖的影响,2000年全省大多数月份气温持续偏高,一些地方达到或超过历史极值。盛夏(7月)与常年同期相比,全省绝大部分地方月平均气温偏高2.5~4.0℃,其中张掖、武威、白银、兰州、定西、天水等地偏高3.5℃左右,会宁偏高达5.2℃。全省有98.2%的站月平均气温异常偏高,有54.5%的站超过历史同期最高值,18.2%的站达到次高值,有30%~35%的站月极端最高气温达到并超过历史同期最高值,月平均气温偏高幅度之大为有气象记录以来(近70年)所罕见。

7月13~27日全省大部分地方先后出现持续高温时段,日极端最高气温在35~41℃之间,兰州极端最高气温于23日(39.7℃)和24日(39.8℃)两次超过了有气象记录以来(1953年7月8日曾达39.1℃)的极值,23~25日兰州在全国34个主要城市中为最热的地方,24日永靖极端最高气温达40.7℃,为全省最高,日极端最高气温之高、持续时间之长、范围之广为有气象记录以来所罕见。

2.3.3 沙尘暴次数异常偏多

2000年春季和初夏,大风沙尘暴发生的频次也明显高于往年,共出现9次,这在历史上也是罕见的。

3 干旱气候变化对西部大开发的影响

3.1 对甘肃农业的影响

干旱是甘肃区域气候的主要特征, 它对甘肃社会经济发展、生态环境保护、西部大开发战略的实施均产生重大影响。

3.1.1 干旱气候的影响

甘肃的农业, 尤其是河东雨养农业区, 农作物丰歉受干旱气候变化的影响很大。

从 1949 年以来的粮食丰歉年情况看, 大歉年基本上从前一年秋季到当年夏季降水都是偏少的, 而大丰年的降水则基本上都是全省偏多的。上一年 7 月中、下旬到 11 月, 当年 3 月到 5 月的降水对以冬、春小麦为主的夏粮生产有重要影响, 伏、秋早除影响冬小麦播种质量和冬前正常生长外, 还会因农田蓄墒不足, 直接影响冬小麦返青后的生长。例如 1991 年伏秋连旱, 冬小麦播种质量差, 大部分地方冬前未达到壮苗, 弱苗越冬, 造成 1992 年的夏粮减产。春旱、春末夏初旱影响春小麦播种和冬、春小麦需水关键期及秋粮的正常生长。夏旱, 特别是伏旱对玉米生长影响很大, 如月降水量少于 70 mm 将出现“卡脖子旱”, 产量会受到影响, 伏旱还对小秋作物的播种出苗影响很大。例如 1995 年和 2000 年都是由于严重的春旱连春末夏初旱, 造成夏粮严重歉收; 2000 年 7 月份降水偏少, 气温特高, 出现严重伏旱, 影响了大、小秋作物的正常生长。分析表明, 20 世纪 90 年代受春旱和春末夏初旱影响而造成的夏粮减产年份比较多。

各种作物产量除与一定时段的降水总量有关外, 还与降水的分布状况有直接关系。如果在时间分布上降水场次均匀, 特别是在作物需水临界期和需水量最多的时期适时、适量降水, 且在空间分布上降水范围广, 地域分布均匀, 将有利于作物产量的提高, 反之则会出现农业干旱, 影响作物生长。例如 2000 年 6 月份的月总降水量并不少, 看似没有旱情, 但是由于降水主要集中在 6 月 25 日前后一场雨, 降水量在时间分布上的极不均匀导致春末夏初旱情的持续和发展。而 1992 年伏秋至 1993 年, 则是气候条件有利于农业生产的典型年份。1992 年伏秋降水偏多, 冬小麦播种质量好, 冬前苗壮。1993 年开春后降水偏多, 有利于冬小麦的返青生长及春耕播种, 5 月及夏季降水偏多, 保证了夏、秋粮作物的顺利生长。由于前一年伏秋降水偏多, 春、夏又多雨且降水场次及地域分布较为均匀, 使 1993 年成为当时历史上的粮食最高产年。

由于全年降水量在季节分配上的比例及变率不同, 为适应气候条件, 减小旱灾的影响, 粮食作物种植应有一个合理的夏秋比例。甘肃省自 20 世纪 80 年代开始, 积极调整夏秋作物比例, 使其向合理的方向发展。

在牧区, 春早年份天然草场牧草的正常返青和人工牧草的播种, 出苗将受到影响, 从而导致青草期的缩短。资料分析表明, 凡是发生春旱的年份, 牧草返青期比正常年推迟 10~15 天, 而且春旱越严重, 返青期越迟。夏季是牧草产量形成的关键时期, 如有夏旱发生, 往往导致牧草产量降低, 品质变劣, 适口性差。

3.1.2 气候变暖对种植业和畜牧业的影响

气候变暖使农业热量资源增加。据研究, 河东地区年平均气温每增加 1℃, $\geq 0^{\circ}\text{C}$

积温将向北推移半个纬度(50 km)。在种植制度上会有两方面的变化,一是作物品种的熟性由早熟向中晚熟发展,单产增加;二是多熟制向北推移,复种指数有所提高。但是在旱作区由于水份条件的限制,使种植制度的上述两种变化受到较大制约。

就甘肃省而言,进入 20 世纪 90 年代后,复种面积大大增加,采取带状种植、间作套种等种植技术,一年两熟,两年三熟的地区有所扩大。由于冬季气候变暖,冬小麦越冬期遭受冻害的情况趋于减少,增大了冬小麦越冬的安全性。冬、春小麦交界区冬季气温明显增高,与 70 年代相比,1 月份的平均气温约升高 1~2℃,特别是极端最低气温约升高 2~3℃,为冬小麦种植界线的北移西扩创造了有利条件。

但是,冬季气温偏高,又使越冬病虫卵蛹死亡率低,病虫群数量上升,如后期条件适宜,易造成病虫害,增大了病虫害防治难度,这种情况在陇南冬麦区表现较为明显。同时气温升高也增加了冬季农田土壤水分的无效蒸发,更易造成后期干旱。从作物品质上讲,气温升高缩短了全生育期长度,也就是缩短了养分的积累时间,降低了品质。

由于气候变暖,降水减少,与超载过牧现象共同作用,加剧了很多大然草场的退化,使产草量减少,载畜能力下降。以甘肃省 9 个纯牧业县之一的天祝县为例,全县草场退化面积已达 13.46 万 hm^2 , 占全县草场总面积的 26.7%。随着草场的退化,产草量逐年减少。由于草原草场海拔高度低于草甸草场,受增温降水减少影响更大,草原草场产草量减少程度大于草甸草场。气候干旱和草场退化为虫鼠害的发生与蔓延创造了条件,近几年草原鼠害、蝗灾发生面积逐年扩大,直接影响畜牧业生产。

3.2 对甘肃水资源的影响

自然降水是地球水资源补充的最主要来源。因此,干旱气候变化直接影响水资源的状况。甘肃省干旱气候特点明显,水资源缺乏。由于 20 世纪 90 年代干旱趋于严重,更加剧了水资源的紧缺。1998 年底甘肃人均水资源量为 1187 $\text{m}^3/\text{人}$,为全国人均水资源量 2275 $\text{m}^3/\text{人}$ 的 52%;耕地拥有水资源 8570 m^3/hm^2 ,不及全国 29614 m^3/hm^2 的 30%。水资源的短缺影响了经济发展,造成生态环境持续恶化¹⁾。因此,对甘肃来说,影响大开发的关键是水,一定要开源节流,管好、用好水资源。

3.2.1 对地表水的影响

甘肃地表水资源较贫乏,平均年河流径流量 286.207 亿 m^3 ,径流深 63 mm,为全国倒数第 4 位。

河流径流量主要来自天然降水,因此,地表水空间分布与降水分布相对应,东南多,西北少。径流年内分配也与降水量的年内分配一致,汛期水量集中,冬春水量少,而农业灌溉关键需水期的春末夏初,来水量仅占年径流量的 15% 左右,往往造成“卡脖子旱”,对农业生产极为不利。河西内陆河由于发源于高山区、降水多且变率小,春季又有融雪补充,径流年际变化较为稳定,而黄河、泾河、渭河水系由于流域内短时局部降水多、大范围连阴雨较少,变率大,因此河流年径流不稳定。

气候变化对河流径流量影响非常大。近 50 年来,甘肃河东气候在向暖干变化的过程中,黄河流域诸水系、嘉陵江水系 20 世纪 60 年代径流量最大,此后径流量一直减

1) 全国政协水资源与可持续发展气候分专题、气候变化对我国北方地区淡水资源可持续利用的影响及对策, 1999 年,北京(胶印稿),9~27,205~216

小,而90年代减小更为明显。以泾河为例,60年代年平均径流量为11.58亿 m^3 ,70年代为7.65亿 m^3 ,比60年代减少了34%;80年代为7.24亿 m^3 ,比70年代减少了5.3%;90年代为5.86亿 m^3 ,比80年代减少了19.%,而比60年代减少了49.4%。河西内陆河径流量主要来自祁连山区的降水,而祁连山区的降水从40年代中期至今呈波动变化,60年代最少,70年代略有增加,80年代最多,90年代就整个山区平均降水量而言略有减少(表5),但中西部呈上升趋势。因此对应河西内陆河径流量60年代水量最少,80年代水量最多,90年代祁连山区降水的减少主要表现在秋冬季,但由于高温融雪对径流量的补充增加,径流量的减少不明显,且近40多年来黑河、疏勒河径流量呈增加的趋势(表6)。以黑河为例,50年代年平均径流量为16.5亿 m^3 ,60年代为14.4亿 m^3 ,70年代为14.7亿 m^3 ,80年代明显增加,为17.4亿 m^3 ,90年代为15.7亿 m^3 ,虽比80年代减少,但仍接近平均值。同时,河西走廊70~90年代夏季降水呈偏多趋势,这对开发河西是较为有利的。

表5 祁连山区7站平均降水量距平百分率年代平均(20世纪)

时段	40年代	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
年平均	-14.6	12.9	-6.4	0.4	4.7	-0.6
春季	-2.9	12.9	3.3	-16.8	2.8	-0.2
夏季	-18.4	9.9	-9.3	1.0	8.3	3.8
秋季	-29.3	17.9	-2.8	17.2	-1.6	-12.8
冬季	112.0	51.5	-41.6	-34.9	-25.0	-26.2

表6 黑河莺落峡径流量距平百分率年代平均(20世纪)

时段	40年代	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
年平均	-7.4	7.7	-6.3	-6.7	10.5	-0.1
春季	-12.6	-4.0	9.8	-12.2	10.4	6.0
夏季	-7.6	11.8	-9.4	-9.8	13.4	-0.7
秋季	-5.1	3.1	-12.0	10.5	8.3	-7.9
冬季	-13.1	4.3	-5.5	-1.2	21.1	0.6

3.2.2 对祁连山冰雪资源的影响

祁连山区河西内陆河流域总积雪面积为56684 km^2 ,其中永久积雪区面积1335 km^2 ,稳定积雪区面积55394 km^2 [4]。

气象卫星监测表明:冬半年(9~5月)平均雪深3.9cm;最大雪深为25cm [5,6]。

20世纪90年代以来,祁连山区降水减少不明显,气温较80年代明显增高。春季积雪90年代末期与80年代末相近,由于气温偏高,山区积雪融化速度较80年代快,冬季积雪较80年代末期减少。

4 思考与对策

甘肃省的基本气候特征是干旱,预计未来一段时间,干旱气候特征仍比较明显,因此,干旱是我省大开发的心腹之患。为此,提出以下几点供决策参考。

4.1 树立长期抗旱思想, 坚定主动抗旱信心

干旱是我省的主要自然灾害。全省上下要增强水忧患意识, 培养科学的水意识, 努力建立节水型经济和节水型社会, 把抗旱放到西部大开发的战略高度去认识。

近 50 年来, 气象灾害特别是旱灾不断发生, 对国民经济和社会发展造成很大威胁。进入 20 世纪 90 年代降水明显减少, 旱灾更加频繁发生。但是, 由图 4 可见, 我省农业产量一直在波动中上升, 政策、农业基础设施建设、农业科技对夺取农业好收成起到关键的作用。

4.2 实行三水齐抓, 大力开发空中水资源

甘肃水资源既患寡又患不均, “实行“三水”齐抓, 搞好水利建设是解决水资源不足的重要措施。我省几十年实践证明, 人工增雨(雪)是十分有效的抗旱措施。它与引水调水工程紧密结合、调控、调蓄、互为配套补充、将是缓解水资源短缺的有创新性的开源措施。

4.3 重视气候资源的利用, 发展特色经济

干旱气候资源具有鲜明的两重性, 光热资源丰富和水资源短缺。甘肃气候复杂, 类型多样, 适宜多种植物生长。在全省应重视利用气候资源。调整农业产业结构时, 首先应考虑气候条件^[7]。引良品种尽可能应用气候相似距方法, 根据气候资源特点发展特色农业、灌溉农业、生态农业。河西地区光热水土资源组合配置比较合理, 适合多种作物生长, 要用好光热水土资源, 发展名优特色农业, 应重点发展绿洲经济和沙产业。

4.4 加强气候变化的监测预测研究, 为西部大开发提供科学依据

气候变化与生态环境、社会发展、经济建设关系十分密切, 其影响利弊并存。要重视和加强气候变化的监测预测和研究, 同时要建立沙尘暴等气象灾害的监测预警基地, 研究防御对策。

5 结论

(1) 甘肃省地处青藏高原、蒙古高原和黄土高原的交汇地带, 同时位于干旱气候、高寒气候和东亚季风气候的交界区, 属全球变化的敏感区和生态脆弱带, 也是生产条件严酷带, 基本气候特征是干旱且变异大。即使到了雨季, 也还存在两个明显旱段, 即春末夏初旱和伏旱。要树立长期抗旱思想, 充分重视水资源尤其是重视空中水资源的开发利用, 同时要重视水资源管理和节水工作。

(2) 甘肃省的气候变化, 从近百年看, 目前处在干燥期, 气温由冷向暖转变, 干旱频数增多, 强沙尘暴活动频繁。

(3) 甘肃气候变化的影响利弊并存, 要善于利用气候变暖可能带来的有利因素, 特别是丰富的气候资源。也要高度重视气候变暖可能带来的不利影响, 加强水资源和气象灾害规律的研究, 提高监测、预测和防治水平, 趋利避害, 搞好西部大开发。

致 谢 参加该项工作的人员还有刘德祥、冯建英、郭妮、张存杰, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 叶笃正, 陈洋勤, 中国的全球变化预研究, 北京: 地震出版社, 1992, 13~14, 86~88.
- 2 李栋梁, 刘德祥, 甘肃气候, 北京: 气象出版社, 2000.
- 3 徐国昌, 中国干旱半干旱地区气候变化, 北京: 气象出版社, 1997, 19~66.
- 4 陈乾, 陈添宇, 祁连山区季节性积雪资源的气候分析, 地理研究, 1991, 10 (1), 24~38.
- 5 陈乾, 陈天宇, 陈维英等, 用AVHRR资料反演祁连山区积雪参量, 冰川冻土, 1990, 12 (4), 281~292.
- 6 李培基, 米德生, 中国积雪分布, 冰川冻土, 1983, 5 (4), 9~13.
- 7 白肇烨, 余优森, 充分利用降水资源发展甘肃农业, 甘肃气象, 1990(3), 14~18.

Effects of Gansu Arid Climate Change on Developing of the western China

Xie Jinnan¹⁾, Li Dongliang²⁾, Dong Anxiang¹⁾,
Yin Dong¹⁾, and Zhu Bingyuan¹⁾

1) (Gansu Meteorological Bureau, Lanzhou 730020)

2) (Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute,
Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract Utilizing the historic literature and the instrumental meteorological, hydrological and satellite remote sensing data in Gansu province, the historical climate background of past 10000 years since Holocene is analyzed. Especially, the climate changing near 70 years and the arid climate characters of 2000 are systematically investigated. Based on these researches, the effects of Gansu arid climatic change on developing of the western China are proposed, with the emphasis on the effects on agriculture and water resources. Some questions required further thinking and countermeasures are pointed out as well.

Key words: arid; climate change; western China