

# 河西走廊地区气候和绿洲生态研究的若干进展

王素萍<sup>1</sup>, 宋连春<sup>2</sup>, 韩永翔<sup>2</sup>

(1. 兰州大学大气科学学院, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020)

**摘要** 河西走廊地区以其独特的生态环境和气候特征一直成为众多学者研究的焦点区域, 文中从该区温度、降水特征及其背景下区内绿洲生态环境变化两方面, 对国内在这些方面的研究成果作了初步的归纳整理和分析综述。

**关键词** 河西走廊; 气候特征; 绿洲生态

中图分类号: P463.1

文献标识码: A

## 前言

河西走廊地区位于祁连山以北, 东起乌鞘岭, 西与新疆交界, 北部是马鬃山、龙首山和合黎山。地理位置大致在  $37^{\circ}17' \sim 42^{\circ}48'N$ ,  $93^{\circ}23' \sim 104^{\circ}12'E$  之间, 呈东南—西北长条状, 总面积  $27.11 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 占甘肃省总面积的 60%。走廊区海拔在 1 400 ~ 2 900 km 之间, 地势自东向西, 由南向北倾斜, 主要由洪积和冲积平原组成, 下垫面复杂多样, 具有沙漠、绿洲、戈壁、湖泊和内陆河流等多种形式。

河西走廊区气候干燥, 降水稀少, 属于西北内陆干旱区<sup>[1]</sup>, 是我国北方强和特强沙尘暴的多发区, 也是全球变化响应最敏感的地区之一, 同时它还是我国粮食、蔬菜、瓜果生产基地和我国钢铁、稀有金属工业区之一。正因为如此, 区内自然资源被过度利用, 造成河水短缺、地下水位下降、湖泊干涸、雪线上升、干旱加剧、沙尘暴频发、生态环境的日趋恶化。

河西走廊独特的气候特征、生态环境和经济结构使其一直倍受许多学者的关注。为增进对河西地区的系统了解和认识, 本文拟从河西地区气候概况及在此背景下的绿洲生态退化问题两方面, 对国内众多学者的研究成果进行归纳整理和综合分析。

## 1 河西走廊的气候特征

河西走廊地区处于欧亚大陆腹地, 远离海洋, 气

候干燥, 水资源匮乏, 属典型的冷温带干旱气候区。

### 1.1 温度特征

河西走廊为大陆性气候, 冬季寒冷漫长, 夏季炎热短暂。年平均气温在  $5 \sim 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 由于存在着大面积的沙漠和戈壁, 该区气温的日较差和年较差均较大, 气温的日较差平原区在  $14 \sim 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 山区在  $11 \sim 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间; 一年之中 1 月为最冷月, 最低温度在  $-13 \sim -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 极端最低气温在  $-25 \sim -33 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间; 7 月为最暖月, 最高温度平原区在  $22 \sim 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 山区较低为  $13 \sim 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间。极端最高温度平原区在  $38 \sim 43 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间, 山区在  $26 \sim 33 \text{ }^{\circ}\text{C}$  之间<sup>[2]</sup>。研究表明, 在河西地区, 地形条件、经纬度和海拔高度使温度的变化具有明显的地域差异性<sup>[2~7]</sup>。从西到东, 气温从野马街—乌鞘岭逐渐降低, 在乌鞘岭达到最低值; 同时, 随海拔高度的增加, 温度呈明显直线下降趋势。这些因素共同作用使得其各区域气温的年代际变化特征也相应具有一定的差异<sup>[4,5,8]</sup>, 如河西祁连山区东段在 20 世纪 50 ~ 60 年代, 气温呈上升趋势; 60 ~ 70 年代, 气温持续下降; 70 年代后, 气温又开始回升, 但其总的趋势变化不是十分明显; 河西祁连山区中段除 80 年代气温有所下降外, 自 50 年代以来气温一直呈现出明显的上升趋势; 河西祁连山区西段 50 ~ 60 年代气温曾略有下降, 但 60 年代以后, 气温亦呈现明显的上升趋势。走廊平原区东部地区, 从 50 ~ 90 年代气温变幅不

收稿日期: 2006-08-05; 改回日期: 2006-02-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(40475031)资助

作者简介: 王素萍(1979-), 女, 藏族, 硕士研究生, 主要研究方向为气候变化及其影响与适应。E-mail: wangsp04@st.lzu.edu.cn

大,除 70 年代气温较低且低于多年平均值外,其他年代平均气温均高于多年平均气温;走廊平原区中部地区,60 年代气温略有下降且低于多年平均气温,从 70 年代起,气温一直呈现上升趋势,90 年代后期上升更显著;走廊平原区西部地区,50~70 年代,气温曾一度下降,但从 70 年代开始直到 90 年代以后,气温亦呈现上升趋势,但其升幅小于中部地区。相比较而言,这 3 个区域中中部气温的上升趋势最为显著,中部山区的祁连站 90 年代气温与 50 年代相比升幅达一倍多,走廊平原区的张掖站升幅达 4.22%<sup>[4]</sup>,而东部山区的乌鞘岭站和走廊平原区的武威站气温的上升幅度都不大,西部气温的变化处于东部与中部之间。

综上所述,20 世纪 50 年代至今,整个河西地区年平均气温呈上升趋势,其中 50~60 年代气温呈上升趋势,到 60~70 年代气温又开始显著下降,60 年代成为最冷的年代,70~90 年代气温又开始上升,90 年代以后上升最为显著<sup>[2~5]</sup>。这种缓慢的波动状上升趋势与全球增温是一致的,但其上升的平均速率远低于全球气温的上升速率。

## 1.2 降水量特征

河西走廊平原区是典型的内陆干旱区,是西北地区降水最少的地方<sup>[9]</sup>。年降水量在 36~200 mm 之间,大部分地方全年仅有几十 mm 的降水量,而河西祁连山区由于受太平洋和印度洋东南暖气流的影响,降水量较多,年均降水量在 400~700 mm 之间。

在时间上,该区降水主要集中在夏季,夏季降水量占年降水量的 50%~70%。在空间上,降水量随地理位置及海拔高度分布也不均匀,其随纬度的升高而递减,随海拔高度的升高而递增,其中东部降水量在 150~250 mm 之间,中部在 100~150 mm,西部最少,在 36~100 mm 之间<sup>[2,6,7]</sup>,东段冷龙岭年降水量达 700 mm,而平原区(武威)仅有 161 mm,西部敦煌的降水量更少,平均仅有 36 mm。

该区降水的年代际变化趋势主要表现在<sup>[3~5,7~8]</sup>:自 20 世纪 50 年代以来,降水量整体呈波动状缓慢增加趋势,全区 20 世纪 50 年代雨量较多,60 年代是最干旱期,70 年代为最湿润期,80 年代又趋于干旱,80 年代末期降水又呈增加趋势。但在不同区域降水量的变化趋势也具有一定的差异,其中,东部地区的降水量从 50 年代至今呈现较明显的减少趋势,而中、西部地区年降水量均呈增加趋

势,特别是在西部地区增加更加明显,成为西北地区自 80 年代末以来变湿最显著的区域之一<sup>[10]</sup>,有数据表明,90 年代西部平原区降水量比 50 年代增加了 14.3 mm,增幅为 48.5%;西部山区(托勒站)90 年代比 50 年代及多年均值增加 14 mm 左右,增幅为 5.2%,而 90 年代末期西部降水量增加更加显著。

## 2 绿洲生态

气候的格局决定了适应当地的生态体系。河西走廊地区光热资源丰富,而降水稀少,属极端干旱区,戈壁、荒漠是其必然的自然景观。同时,由于境内分布着若干高大山系,高山冰川、积雪发育了相对独立的内陆河,内陆河又养育了山前绿洲,因此,形成了该区高山、戈壁、沙漠和绿洲共存的地理景观,并逐渐形成了同其气候相适应的、非常敏感的、脆弱的绿洲生态系统。鉴于其大的干旱气候背景,绿洲生态系统的维持主要靠祁连山地区降水和山区冰雪融水形成的内陆河。流入河西地区的内陆河共有 56 条,其中黑河、石羊河和疏勒河 3 条为主要的内陆河。相应地形成了 3 个互不相连的内陆河流域区,从东至西依次为:石羊河流域、黑河流域、疏勒河流域,发育了武威—民勤、张掖—高台、酒泉—金塔、玉门—安西、敦煌等绿洲。这些绿洲的面积仅占干旱区总面积很小的一部分,但这里却是干旱区人口、政治、经济、文化的中心,是干旱区的精华所在<sup>[11~15]</sup>,因此绿洲生态安全研究始终是干旱区生态安全研究的核心。

### 2.1 水资源与绿洲生态安全

#### 2.1.1 河西内陆河水资源及其径流变化

发源于祁连山的 3 大水系年径流总量约为  $69.66 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中石羊河水系出山口水量为  $15.77 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,黑河水系为  $34.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,疏勒河水系为  $18.93 \times 10^8 \text{ m}^3$ <sup>[16]</sup>。其流量大部分来自于山区自然降水,祁连冰川融水补给平均只占了 14%。其中黑河为 8.6%,疏勒河为 28.5%,石羊河为 3.8%<sup>[2,17]</sup>。河西 3 大内陆河的径流主要集中在汛期,汛期(5~9 月)流量占全年流量的 75% 以上,因此,汛期流量变化可以代表其径流总量的变化。

由图 1 可以看出 3 条内陆河中,流量最大的是黑河,其次是疏勒河,石羊河的流量最小。同时,60 a 来,河西走廊西部的疏勒河流域径流呈现增加趋势,中部黑河流域径流量也呈现增加趋势,但其幅度

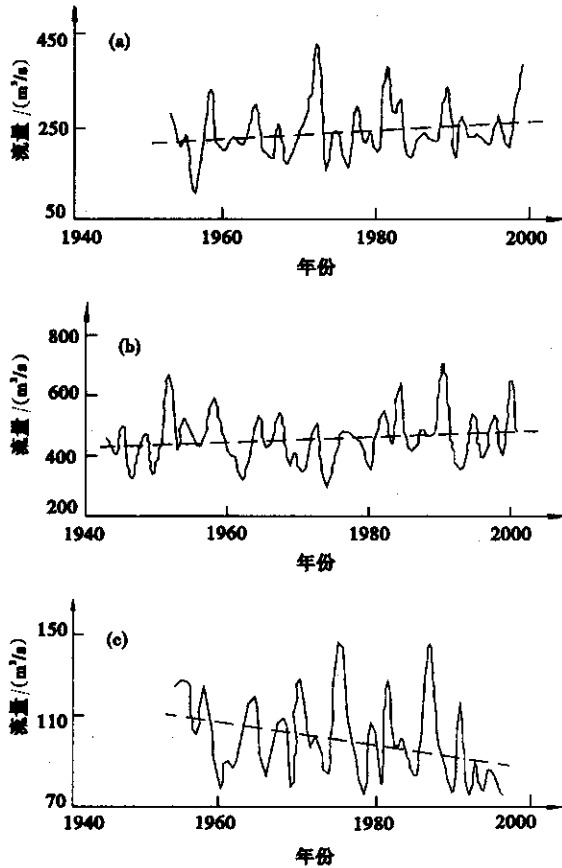


图1 汛期流量的长期变化特征

(a)疏勒河 (b)黑河 (c)石羊河

Fig. 1 The long-term trend of the runoff in Hexi region in flood season

(a) Shulehe river (b) Heihe river (c) Shiyanghe river

(注:该图由文献<sup>[17]</sup>中图1修改而成)

小于西部疏勒河径流的增加幅度;东部的石羊河流域径流量的变化与中、西部恰好相反,呈现显著的减少趋势。从西至东,河流年平均流量由增加趋势逐渐减弱至明显的减少趋势。

河西走廊河流出山流量的这种变化特征,与流域气候条件及相关山区冰川积雪物质平衡变化密切相关。近50 a来,在全球变暖的大背景下,河西各区域气温、降水及山区冰川物质平衡呈现出不同的变化趋势,因此,在下垫面变化不大的情况下,这些变化会直接影响内陆河径流量的丰盈<sup>[4,7,18-25]</sup>。具体对于位于河西走廊东部的石羊河来说,其径流绝大多数来源于河西祁连山东段汛期的降水量,汛期降水的多寡就决定了其径流的丰盈,而河西祁连山区东段降水量近年来呈显著的减少趋势,同时,随着流域内气温升高,蒸发加剧,因此,东部地区出山径流就呈明显下降趋势;而对于中部的黑河来说,近

50 a来,祁连山中段降水量略有增加,同时,随着山区气温的明显上升,冰川融水也在增加,因此,中部地区出山径流就呈现增加趋势,但因山区降水量增加不是很明显,所以其径流增加量也不是十分明显;而与前2大内陆河相比,祁连冰川融水补给在西部疏勒河径流量中占了较大的比重,在近几年来,祁连山区西段气温呈上升趋势,相应冰雪融水量也就加大,再加上山区西段降水量的显著增加,就使得西部的出山径流显著增加。预计在未来继续升温的情景下,东段河流径流量还将继续减少,而西段河流径流量将会继续增加。

### 2.1.2 水资源的开发、利用对绿洲生态安全的影响

在干旱区,水是一切生态过程的驱动力<sup>[26-29]</sup>,河西地区由于水资源短缺,再加上上、中、下游水资源存在严重不合理的分配现象,使其流域尤其是流域下游区域内绿洲生态问题异常突出,湖泊干涸,天然植物萎缩,绿洲面积萎缩,荒漠化扩大。这种现象在石羊河、黑河流域尤为严重。

以石羊河流域为例,石羊河流域上游为祁连山脉,中游为武威盆地,下游为民勤县。从20世纪50年代以来,由于石羊河径流来水量的急剧减少加上上、中游地区对地表水资源掠夺式的利用,导致其下游地区可用水量越来越少,使下游地区成为贫水型地区<sup>[30-31]</sup>。有研究表明<sup>[32-33]</sup>,流入下游民勤境内的地表水由20世纪50年代的5.42亿 $m^3$ 减少到现在的8000万 $m^3$ ,供水严重不足使民勤县水资源供需差达6.13亿 $m^3$ 。为维持正常的工农业生产和生活以及绿洲自身的生存,该县通过超采地下水来弥补其巨大的水源供需差,但是由于过度地抽取地下水,该县地下水位下降严重(其地下水位较20世纪70年代下降了10~20 m,个别地方达40 m,仍以0.5~1.0 m/a的速度下降),地下已形成一总面积近1000  $km^2$ ,深10多m的大型区域水位下降漏斗,使其土壤的干旱程度进一步加剧,对绿洲的生存带来了更大威胁。同时,地下水水质急剧恶化,水质矿化度平均达5.8 g/L以上,最高的地方达10 g/L左右,水质的恶化已对当地人畜生存及农业发展构成巨大的威胁。

水资源的短缺及不合理开发利用使这片昔日的“塞上沃区”变为如今植被大量枯死、荒漠化不断发展,沙尘暴频发的生态脆弱区。目前,该县荒漠化土地已占到全县总面积的94.5%,已有0.67万 $hm^2$ 耕地和3.9万 $hm^2$ 林地沙化,26.3万 $hm^2$ 草场退

化,近 0.33 万  $\text{hm}^2$  耕地因盐渍化而弃耕。在绿洲外围,有 1 万  $\text{hm}^2$  的流沙,69 个风沙口正昼夜不停地进犯,其北部流沙仍以每年 8~10 m 的速度吞噬着绿洲。沙进人退,一个古老的绿洲,如果不加以防治,将极有可能变成我国第 2 个罗布泊。

另外,在出山径流量多年变化比较稳定,且近年有缓慢增加趋势的黑河流域,同样也存在着由于水资源的不合理分配利用而导致的生态安全问题<sup>[34~35]</sup>。20 世纪 50 年代黑河正义峡与莺落峡平均年径流量之比为 0.734,而到 90 年代降到 0.486<sup>[36]</sup>,上、中游对水资源的截流和超量用水,使下游来水量锐减,甚至曾使额济纳河断流,尾间居延海干涸。同时,来水量锐减加之对地下水的超采也使区内地下水位下降,水质恶化,与 70 年代末相比,其地下水位平均下降 0.75 m,个别地区下降了 2~3 m<sup>[37]</sup>,地下水矿化度也随之增高 1 g/L 以上,甚至 2~3 g/L。目前,整个黑河绿洲区沙漠化面积  $1.56 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,占全区域总土地面积的 15.17%,盐碱化面积  $5.72 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,植被覆盖度 <10% 的荒漠戈壁面积约有  $4.87 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,占总土地面积的 47.5%。20 世纪 70~80 年代中期,平均年递增沙化面积 225  $\text{hm}^2$ ,年增长率达 5.0%<sup>[38]</sup>。沙化面积与荒漠戈壁总和已达总面积的 62.7%,只有 37.3% 的范围分布着维系下游生态环境的天然植被及人工绿洲,生态环境十分脆弱。

黑河流域生态环境退化引起了国内外的广泛关注,为了加强黑河流域水资源的统一管理,拯救黑河流域日益恶化的生态环境,恢复额济纳绿洲,1997 年国务院批准了黑河干流水量分配方案并成立了黑河流域管理局。2000 年 1 月,黑河管理局正式启动黑河流域水资源统一管理和水量调度工作,并从 2000 年 8 月开始多次向下游调水,使东、西居延海相继恢复湖面,绿洲区生机盎然,生态环境得到恢复。有数据表明<sup>[39]</sup>:自 2002 年 7 月黑河水成功到达居延海后,黑河下游河道周围地下水位有了较大的提高,额济纳旗绿洲的植被根部水分得到比较充分的补充,2003 年 6 月,额济纳旗绿洲的稀疏植被和适中植被面积分别较 2002 年增加 62.5  $\text{km}^2$  和 11.6  $\text{km}^2$ ,8 月适中植被和茂密植被分别较 2002 年增加了 28.5  $\text{km}^2$  和 6.31  $\text{km}^2$ 。

## 2.2 人口压力对绿洲的影响

绿洲的维持和发展也受到绿洲内人口发展的影响。近几十年来河西绿洲区人口不断迅速增长,使

绿洲人口密度不断提高。据 1998 年统计<sup>[40]</sup>,河西绿洲地区平均人口密度近 200 人/ $\text{km}^2$ ,其中,武威绿洲的人口密度已达 569.51 人/ $\text{km}^2$ 。远远高于联合国规定的半干旱地区临界人口密度 20 人/ $\text{km}^2$  的标准。人口的剧增必然会带来对事物、水、燃料等基本生活资料需求的增大,同时,耕地面积会不断减少,土地压力相应不断增长,资源被过度开发利用,滥垦、滥伐、滥采现象也会日益突出,必然会使绿洲的环境承载力下降,环境质量下降,绿洲生态将进一步恶化。

## 2.3 绿洲的可持续发展

在气候变暖的大背景下,人为对水资源的不合理利用是河西内陆河流域绿洲生态恶化的主要原因,所以,绿洲的可持续发展也要把合理用水作为治理的重点。在水资源的分配方面,应统一规划,合理分配流域各段的水资源。处理好局部利益和整体利益、当前利益和长远利益的关系,不应单独追求某一地区的经济发展和局部的生态环境改善,而忽视其他地区的经济发展和全流域生态环境的改善;在水资源的开发方面,应将过去粗放的开发转变为合理有序的开发。同时,可放弃一部分耕地,减少灌溉面积,以遏制地下水超采;在水资源的利用方面,可适当调整种植结构,提高用水效率,并实施有效的节水措施,减少对水资源的浪费。另外,应以持续发展为战略指导思想,控制人口数量,加强民众环保意识,正确处理好河西绿洲人口与资源、环境、社会经济的关系,确保生态环境的良性循环及生态系统对人口及经济发展的承载力永续。

最后,应继续依靠科技进步,在合理利用当前资源的基础之上,开发潜在资源,尤其是开发制约当地社会和经济发展的水资源。相关部门也已正在开展对该区降水规律及祁连山区空中水资源开发、利用等方面的研究,相信随着这些研究工作的展开,将会为该区的生态环境建设和治理提供更多、更好的科学支撑。

## 3 结 论

(1)河西走廊地区自 20 世纪 50 年代以来,平均气温序列总体上呈缓慢的波动状上升趋势,但进入 90 年代后,气温有一个加速上升的趋势;同时气温变化有着明显的区域和季节差异。

(2)河西地区降水稀少,且分布不均匀。降水主要集中在夏季;同时在空间上,降水量随地理位置

及海拔高度的不同具有显著差异。

(3)河西地区因地处内陆干旱区,区内主要的水资源来源是发源于祁连山地区降水和山区冰雪融水形成的内陆河,内陆河为河西地区的生产生活提供了必须的水源,但由于河西地区特殊地理环境和气候条件以及水资源的不合理分配利用,中、下游水资源短缺问题非常严峻,水资源匮乏严重影响了该地区社会经济的正常发展,同时也引起生态环境的不断恶化。

(4)鉴于绿洲生态环境整体的恶化主要是由水资源的供需差导致的。因此,对水资源进行统一规划,合理分配,实施有效的节水措施,同时开发潜在水资源对于保护绿洲,实现可持续发展具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 陈隆亨,曲耀光. 河西地区水土资源及其合理开发利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 1-8.
- [2] 谢金南,邓振镛.“再造一个河西”的有利气候资源及其开发途径[J]. 气象科技, 1998(4): 60-64.
- [3] 杨建平,刘连友. 河西地区近40a来气候变化与风沙活动[J]. 中国沙漠, 2001, 21(增刊): 92-95.
- [4] 蓝永超,仵彦卿,康尔泗,等. 祁连山北麓出山径流对气候变化的响应[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2001, 37(4): 125-132.
- [5] 蓝永超,康尔泗,张济世,等. 祁连山区近50a来的气温序列及变化趋势[J]. 中国沙漠, 2001, 21(增刊): 53-57.
- [6] 李广,侯扶江. 河西地区农业气候资源与植被的空间分布格局[J]. 草业学报, 2002, 11(3): 80-84.
- [7] 陈仁升,康尔泗,杨建平,等. 甘肃河西地区近50年气象和水文序列的变化趋势[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2002, 38(2): 163-170.
- [8] 张惠玲,杨晓玲,梁从虎,等. 河西走廊东部气候变化及资源利用对策[J]. 气象科技, 2004, 32(2): 101-104.
- [9] 黄玉霞,李栋梁,王宝鉴,等. 西北地区近40年年降水异常的时空特征分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 245-252.
- [10] 施雅风,沈永平,李栋梁,等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J]. 第四纪研究, 2003, 23(2): 152-164.
- [11] 贾宝全. 干旱区绿洲研究的理论方法[J]. 干旱区地理, 1996, 19(3): 58-65.
- [12] 贾宝全. 干旱区绿洲景观格局变化研究[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 35-41.
- [13] 马明国,角媛梅,陈贤章. 基于RS与GIS方法的干旱区绿洲景观格局变化研究——以金塔绿洲为例[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 53-58.
- [14] 贾宝全. 绿洲景观生态建设的理论思考[J]. 干旱区资源与环境, 2001, 15(1): 57-62.
- [15] 方创林. 河西走廊绿洲生态系统的动态模拟研究[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 389-398.
- [16] 朱中华,王雄师. 河西内陆河流域水资源及可持续开发利用[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(8): 149-153.
- [17] 冯建英,李栋梁. 甘肃省河西内陆河流量长期变化特征[J]. 气候与环境研究, 2001, 6(4): 478-484.
- [18] 蓝永超,康尔泗,仵彦卿,等. 气候变化对河西内陆干旱区出山径流的影响[J]. 冰川冻土, 2001, 23(3): 276-282.
- [19] 蓝永超,康尔泗. 河西内陆干旱区主要河流出山径流特征及变化趋势分析[J]. 冰川冻土, 2000, 22(6): 147-152.
- [20] 沈永平,刘时银,甄丽丽,等. 祁连山北坡流域冰川物质平衡波动及其对河西水资源的影响[J]. 冰川冻土, 2001, 23(3): 244-250.
- [21] 蓝永超,丁永建,沈永平,等. 河西内陆河流域出山径流对气候转型的响应[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 188-192.
- [22] 李栋梁,冯建英,陈雷,等. 黑河流量和祁连山气候的年代际变化[J]. 高原气象, 2003, 22(2): 104-110.
- [23] 李栋梁,刘洪兰. 黑河流量对祁连山气候年代际变化的响应[J]. 中国沙漠, 2004, 24(4): 385-391.
- [24] 康尔泗,程国栋,蓝永超,等. 西北干旱区内陆河流域出山径流变化趋势对气候变化响应模型[J]. 中国科学, D辑, 1999, 29(1): 48-54.
- [25] 高学军,赵昌瑞. 石羊河流域出山径流演变趋势分析[J]. 甘肃水利水电技术, 2003, 39(4): 273-274, 297.
- [26] 王根绪,程国栋. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析[J]. 生态学报, 2000, 20(3): 363-368.
- [27] 王琪,史基安,张中宁,等. 石羊河流域环境现状及其演化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 46-52.
- [28] 程国栋,肖笃宁,王根绪,等. 论干旱区景观生态特征与景观生态建设[J]. 地球科学进展, 1999, 14(1): 11-14.
- [29] 曲耀光. 干旱区水资源的合理利用与环境变化及其控制途径[J]. 中国沙漠, 1982, 2(2): 9-16.
- [30] 戴尔阜,方创琳. 甘肃河西地区生态问题与生态环境建设[J]. 干旱区资源与环境, 2002, 16(2): 1-5.
- [31] 杨永春. 干旱区流域下游绿洲环境变化及其成因分析——以甘肃省河西地区石羊河流域下游民勤县为例[J]. 人文地理, 2003, 18(4): 42-47.
- [32] 杨兴国,张存杰,叶谦,等. 甘肃省河西地区环境蠕变的若干事实[J]. 干旱气象, 2004, 22(1): 65-68.
- [33] 王宝鉴,张强,张杰. 对民勤绿洲生态退化问题的探讨[J]. 干旱气象, 2004, 22(4): 87-92.
- [34] 郑丙辉,田自强,李子成. 黑河流域土地覆盖变化与生态环境退化过程分析[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(1): 62-66.
- [35] 曹文炳,万力,周训,等. 黑河下游水环境变化对生态环境的影响[J]. 水文地质工程地质, 2004, 5: 21-25.
- [36] 刘普幸,李筱琳. 黑河下游额济纳绿洲生态环境变化特征及生态恢复与重建[J]. 水土保持通报, 2004, 24(5): 74-77.
- [37] 张武文,王林和,李德平. 额济纳平原水资源特点与合理利用[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(5): 19-23.
- [38] 朱震达,陈广庭. 中国土地沙质荒漠化[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 87-96.
- [39] 郭锐,梁芸,王小平. 黑河调水对下游生态环境恢复效果的卫星遥感监测分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(6): 740-744.
- [40] 王利民. 论河西走廊绿洲水资源面临的短缺问题[J]. 干旱区资源与环境, 2002, 16(4): 48-52.

## Research Progress on Climatic Characteristics and Oasis Ecology in Hexi Corridor

WANG Su - ping<sup>1</sup> , SONG Lian - chun<sup>2</sup> , HAN Yong - xiang<sup>2</sup>

- ( 1. College of Atmospheric Science ,Lanzhou University ,Lanzhou 730000 , China ;
2. Institute of Arid Meteorology ,CMA ,Key Laboratory of Arid Climatic Changing and Reducing Disaster of Gansu Province ,Lanzhou 730020 , China )

**Abstract :** Hexi Corridor has been investigated by many researchers as a focal region due to its unique ecological environment and climatic characteristics ,in order to learn more about it , a preliminary introduction and some analysis on its climatic and hydrological characteristics as well as the changes of ecological environment are given out in this paper. Results are as follows :( 1 ) There are some obvious regional differences in the effect of global climate change on temperature and precipitation in Hexi arid region ;( 2 ) In the influence of climate change , the surface runoff of Shiyang river in the east of the region is decreasing continually while that of Heihe river and Shulehe river in the central and western part of the region rising from 1950s , and it is also predicted that the runoff of Shiyang river will be decreasing , but that of Shulehe river will be increasing ;( 3 ) The local ecological environment has been deteriorated due to climate changing and inconsequential human activities , especially in the lower reaches of the inland rivers ;( 4 ) As water resource is the essence of the formation and evolution of the oasis , the key point of the oasis sustainable development is to distribute and use water resource properly and protect water quality , at the same time , other water resource supplement countermeasures should be adopted.

**Key words :** Hexi corridor ; climatic and hydrological characteristics ; oasis ecology