

中国西北及中亚干旱区绿洲降水年内分配特点与现代节水农业

赖先齐¹, 李万明¹, 张伟¹, 周建伟², 李鲁华¹, 张凤华¹, 王江丽^{1*}

(1. 石河子大学农学院农学系/新疆生产建设兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832003; 2. 新疆农垦科学院, 新疆 石河子 832003)

摘要:通过比较分析研究区域多年月平均降水量数据,得出中国西北与中亚干旱区绿洲的降水特点差异较大,中亚地区年均降水量 313.2 mm,6—9 月降水 24.3 mm,降水系数平均 8.07%,水热配合强不同期,冬春季相反;河西走廊等年均降水量 110.6 mm,6—9 月降水 79.8 mm,降水系数平均 72.14%,水热配合强同期,冬春季相反;新疆处于之间。另外,研究区域“山地-绿洲-荒漠系统”各子系统降水量差异很大,但同一季节的降水系数却很近似。上述特点深刻影响着各地的水资源利用决策及农业生产。对于新疆南疆地区而言,更需要根据当地水资源特点选用现代科学技术、加大投入,兴建绿洲农业现代节水型水利工程,结合农业节水技术体系,从“内涵”节水入手提高水资源利用率,增加灌溉面积,提高人均耕地,发展农业生产,实现大范围的科技扶贫,将有利于社会发展、稳定。

关键词:水资源;降水系数;内涵节水;绿洲农业;节水农业

中图分类号:S161.6

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2014)04-0328-07

doi: 10.13254/j.jare.2014.0125

Annual Distribution Feature of Water Resource and Modern Water-saving Oasis Agriculture in the Arid Area of Northwest China and Central Asia

LAI Xian-qi¹, LI Wan-ming¹, ZHANG Wei¹, ZHOU Jian-wei², LI Lu-hua¹, ZHANG Feng-hua¹, WANG Jiang-li^{1*}

(1. Agricultural Department, Agricultural College, Shihezi University/Key Laboratory of Oasis Ecological Agriculture in Xinjiang Production and Construction Group, Shihezi 832003, China; 2. Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation, Shihezi 832003, China)

Abstract: By comparing of the multi-year mean monthly rainfall in the study area, the results showed that water resources of oasis in the arid area of Northwest China and Central Asia varied a lot. In Central Asia the annual average rainfall of the oasis was 313.2 mm and 24.3 mm showed up during June to September. The average precipitation coefficient value was 8.07%. And water and heat were intensively not in the same period but winter and spring was contrary to summer. In the west of River Corridor and so on the average annual rainfall was 110.6 mm, the average value from June to September was 79.8 mm and the average precipitation coefficient was 72.14%, where water and heat were intensively in the same period. However, the situation in winter and spring was totally different to summer. Xinjiang located between Central Asia and the west of River Corridor so did the rainfall and precipitation coefficient the same. The precipitation of the subsystems of the mountain-desert-oasis system in the study area was quite different from each other. But the precipitation coefficients of each subsystem in the same season were very similar. These characteristics of water resource deeply influenced the decisions on water usage and agricultural production in different areas. As far as the Southern Xinjiang was concerned, more importance should be attached to modern science and technology, increase the investment in water conservancy project construction, combining with the water-saving agricultural technologies, to improve the efficiency of water usage from the connotation aspect. It would be also conducive to enlarge the irrigation area, increase the per cultivated area, promote agricultural development, alleviate poverty in a wider range and benefit the social stability.

Keywords: water resource; precipitation coefficient; the connotation water-saving; oasis agriculture; water-saving agriculture

近年我国对不同地区年内降水变化研究较多。降水变化通常包含“降雨量”和“降雨结构”的变化^[1]。降雨结构变化反映不同时段内降水量的分配,通常采用

各月、季占年降水量的百分比和距平百分率等表示^[2]。冯国章等^[3]分别研究了水文时间序列的不均匀系数。王纪军等^[2]研究了降水集中度、降水不均匀系数和调节系数 3 个从不同侧面反映降水量年内分布特征的指标,发现 3 个指标在不同时间尺度间具有明显的一致性,在河南区域只应用月降水量就能反映降水的不均匀性。20 世纪 90 年代初就有学者通过多年气象资料,研究新疆气温和降水的时空分布规律^[4]。近年也有

收稿日期:2014-05-10

基金项目:国家科技支撑计划项目(2011BAD29B06-1,2012BAD42B03);
石河子大学教育教学改革项目(JG-2010-061)

作者简介:赖先齐(1934—),男,重庆人,教授,研究方向为绿洲农业学。E-mail: lxianqi@126.com

* 通信作者:王江丽 E-mail: wjl200207@163.com

学者借助卫星降水资料,根据研究区水汽来源方向和地形走势探讨天山西部山区降水在垂直方向的分布规律^[5],或使用卫星结合雨量计的方法估算天山山区逐月降水空间分布^[6]。戴新刚等^[7]还研究了近50年新疆温度降水配置演变和尺度特征。但把研究范围扩展到与中国西北相邻、且地貌相似的中亚干旱区绿洲,并将二者结合起来研究其降水、水热配合与现代农业节水技术的还不多。

中国新疆、河西走廊及中亚等绿洲是亚洲中部干旱区的精华^[8],是一切经济、社会、文化活动的载体。古代孕育了“丝绸之路”,如今又肩负着“建设新丝绸之路经济带”的重任。本文将从研究亚洲中部干旱区“山地-绿洲-荒漠”系统中不同子系统的降水年内分配特点、水热配合入手,分析该区域绿洲农业的水资源特点,采用兴建现代农业节水型工程体系及农业节水技术体系增加水资源量,扩大耕地,发展农业生产,促进社会稳定和发展。

1 材料与方法

1.1 材料来源

气象数据主要来自中国气象数据共享服务网,不足部分通过网络、调查、内部资料等多种途径收集,另外还与哈萨克斯坦塔拉兹国立大学合作,进行联合研究,开展互访、考察及共同发表论文^[9],与本校俄语系师生合作研究中亚有关资料。

1.2 研究方法

选择中亚及中国新疆、河西走廊、柴达木盆地等有代表性地区,收集有关地区逐月降水量(mm)、月平均气温(℃)等气象资料,计算、分析“山地-绿洲-荒漠系统”各子系统不同季节降水量占全年的百分率,称降水系数(本文着重探讨夏季、冬春季的降水系数),分析不同季节降水量、降水系数变化规律、产生原因及与绿洲现代节水农业生产的关系^[9-10]。

中亚区域选择塔什干、撒马尔罕、阿什塔拉、塔拉兹、比什凯克绿洲等有代表性的地点作统计;新疆北疆选择有代表性的乌鲁木齐、石河子、伊宁、塔城、阿勒泰,南疆选择喀什、巴楚、莎车、阿克苏、和田等绿洲作统计;河西走廊等选择敦煌、张掖、武威、额济纳、德令哈、格尔木、银川等有代表性的绿洲进行比较。

2 结果与分析

2.1 “山地-绿洲-荒漠系统”各子系统水、热资源分析

在研究区域内的“山地-绿洲-荒漠系统”中,从

平原到山区随着海拔升高,将产生空气上升、绝热降温作用,导致降水增加,形成“山地-绿洲-荒漠系统”不同部位水、热资源的差异。如图1荒漠中的东道海子(年降水量137 mm)与山麓的乌鲁木齐(海拔850.8 m,年降水量247 mm),海拔每上升100 m降水量增加27.45 mm;乌鲁木齐与山区的小渠子(年降水量634 mm)相比较,海拔每上升100 m降水量增加30.98 mm^[11]。山区降水量最多区域在海拔3 000~4 000 m范围,较平原地区高数倍,达到一定高度后随海拔高度的再增加降水量又逐渐减少^[11-12]。玛纳斯河流域由石场、石河子、莫索湾组成的“山地-绿洲-荒漠系统”的年降水量曲线变化趋势也类似(见表1)。

在“山地-绿洲-荒漠系统”内,热量资源变化与降水量变化相反。荒漠区降水少、日照强,加上盆地聚热、植被稀少、地面普遍是沙漠戈壁,所以白天气温高、昼夜温差大;山前平原受盆地及沙漠增温效应影响,气温较高^[13];而山区降水多,日照相对较少、气温较低。这种水、热资源变化对绿洲农业影响很大。

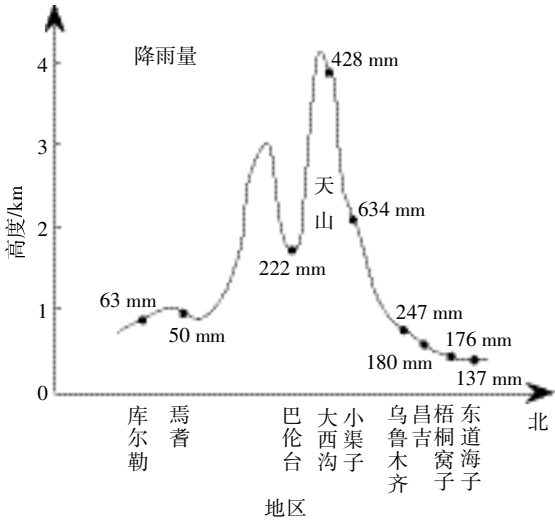


图1 天山中部降水量随高度分布示意图^[11]

Figure 1 Sketch map of rainfall distribution with the height in the middle of Tianshan Mountain^[11]

2.2 绿洲不同季节降水量、降水系数特点

2.2.1 绿洲不同季节降水量及降水系数差异、变化规律及其原因

2.2.1.1 绿洲不同季节降水量及降水系数差异及变化规律

中亚研究区域年均降水量313.22 mm,其中夏季(在新疆6—9月泛称绿洲地区的夏季^[13])24.3 mm属旱季,降水系数8.07%,属水热配合强不同期型^[10];河西走廊等研究区域年均降水量110.6 mm,其中夏季

表 1 “山地-绿洲-荒漠系统”各子系统不同季节降水量、降水系数比较

Table 1 Rainfall and precipitation coefficient among each subsystems of Mountain-Oasis-Desert system in different seasons

地名 Toponymy		海拔 Elevation/ m	年降水量 Annual precipitation/ mm	春季(3—5月) Spring (Mar.—May)		夏季(6—9月) Summer(June—Sep.)		秋季(10—11月) Autumn(Oct.—Nov.)		冬季(12—转年2月) Winter(Dec.—Feb.)	
				降水量 Precipita- tion/mm	降水系数 Precipitation coefficient/%	降水量 Precipita- tion/mm	降水系数 Precipitation coefficient/%	降水量 Precipita- tion/mm	降水系数 Precipitation coefficient/%	降水量 Precipita- tion/mm	降水系数 Precipitation coefficient/%
玛纳斯河 流域 Manasi River Basin	石场 Shichang Town	1 031	405.3	142.1	35.06	149.9	36.98	62.6	15.45	50.7	12.51
	石河子 Shihezi City	442.9	197.2	69.9	35.45	73.2	37.12	30.4	15.41	23.7	12.07
	莫索湾 Mosuowan Area	346	117	36.7	33.36	48.8	39.71	16.5	14.1	15.1	12.9
黑河流域 Heihe River Basin	民乐 Minle County	2 300	388.5	72	18.53	28.6	73.62	23.5	6	7	1.8
	张掖 Zhangye City	1 482.7	131	22	16.79	97	74.05	7	5.3	5	3.81
	额济纳 Ejina City	700	35.2	5.5	15.63	26.5	75.28	2.6	7.4	0.7	1.7

注:玛纳斯河流域资料来源于《石河子地区农业气候手册》(内部资料),1982年;张掖、额济纳资料来源于中国气象科学数据共享服务网 <http://cdc.cma.gov.cn/shuju/preview.jsp> 2010。

79.8 mm 属当地的“雨季”,降水系数 72.14%,属水热配合强同期型;新疆处于过渡地带,北疆年均降水量 248.3 mm,夏季 89.8 mm,降水系数 36.70%,属水热配合弱同期型^[10],导致许多农业技术也表现出过渡。南疆年均降水量 48.5 mm,夏季 30.3 mm,降水系数 62.28%,是亚洲中部干旱区内的“干旱区”。

冬春季则相反,中亚冬春季降水量 248.5 mm,属当地的雨季,降水系数 72.06%;河西走廊等冬春季降水量 24.0 mm(其中冬季 3.9 mm)属旱季,降水系数 21.34%;新疆处于二者之间,北疆冬春季降水量 121.06 mm,降水系数 21.42%。南疆冬春季降水量 17.2 mm,降水系数 35.72%。

2.2.1.2 绿洲不同季节降水量及降水系数差异产生的原因

综合分析不同地区年降水量、不同季节降水量及其降水系数值产生差异的主要原因,在于各地不同季节受不同大气活动的作用。

(1)西风环流是亚欧大陆干旱区的基本大气活动,大西洋的水汽给中亚及新疆带来降水。其中,中亚首先接受水汽,降水最多,如撒马尔罕年降水量 355 mm;新疆降水逐渐减少,如乌鲁木齐年降水量 247.4 mm,往东至哈密降为 34.9 mm,继续往东则降水作用逐渐丧失。南疆因天山的阻滞降水量很少,但西风环流仍然存在。

(2)夏季副热带高压作用。夏季从赤道流向两极的气流,在地转偏力作用下趋于纬向,空气质量增加形成高压带使空气下沉,导致夏季气候干旱、降水很

少,呈水热配合不同期现象。北半球主要在中亚、中东、北非及美国西部等地^[14]。我国由于有青藏高原的热力学作用,使亚洲中部干旱区东部的河西走廊等在夏季不受副热带高压控制,新疆受少量影响^[15]。

(3)夏季东南季风带来的太平洋水汽在亚洲中部干旱区的东部能正常形成降水,但越往西越少,如河西走廊东部的武威年降水量 165.0 mm,西部敦煌为 39.0 mm,再往西降水作用逐渐丧失。

冬季,中亚及新疆受西伯利亚冷空气作用,气温低、降水量较多;河西走廊等地受蒙古-西伯利亚高压控制,寒冷、干燥。春季天气活动频繁,降水增多、降水系数增大。

2.2.2 “山地-绿洲-荒漠系统”各子系统不同季节降水系数相似特征分析及其应用

2.2.2.1 “山地-绿洲-荒漠系统”各子系统不同季节降水系数相似特征分析

亚洲中部干旱区“山地-绿洲-荒漠系统”内山地降水较多,产生河流,成为绿洲的重要灌溉水来源,在其滋润下山前平原或荒漠中原本为荒漠的地区形成绿洲,灌溉水是绿洲农业的命脉。荒漠地区降水很少。

在中国干旱区的绿洲中,“山地-绿洲-荒漠系统”各子系统在相同季节虽然降水量差异很大,但降水系数却很相似(表 1)。如将表 1 中玛纳斯河流域的山区石场与山前平原绿洲,石河子、石场与荒漠中的绿洲莫索湾,以及石河子与莫索湾之间在春、夏、秋、冬季的降水系数进行相关分析,相关系数 $r=0.992\ 3$ ($n=12$),显著相关。又如表 1 黑河流域的山区民乐^[16]与山

前平原绿洲张掖,民乐与内蒙古荒漠中绿洲额济纳,以及张掖与额济纳之间在春、夏、秋、冬季的降水系数进行相关分析,相关系数 $r=0.998\ 5$ ($n=12$),也显著相关。即在同一季节山前平原绿洲的降水系数与山地、荒漠的降水系数很相似,故可用数据较易获得的山前平原绿洲的降水系数来代表整个“山地-荒漠-绿洲系统”的降水系数。

这种现象在中亚乌兹别克斯坦山前平原绿洲撒马尔罕(海拔 724 m,年降水 355 mm)与同流域的卡拉库姆沙漠中绿洲布哈拉(海拔 400 m,年降水 107 mm)之间也出现过,二者在春、夏、秋、冬季降水系数的相关系数 $r=0.987\ 5$ ($n=4$),表明中亚地区也类似。究其原因可能在于:一个地区(或流域)“山地-绿洲-荒漠系统”的降水是由同一大气活动所致。

2.2.2.2 “山地-绿洲-荒漠系统”各子系统不同季节降水系数相似特征的应用

由于山地年降水量多,如果在某季节降水系数大,将形成该季节山地降水量多、河流水量大,即可以用某季节降水系数大小来预测河流水量大小。

受山区不同季节降水量及冰雪融化量(冬季降水)影响,河流不同季节的水量差异很大。例如中亚,由于冬春季降水系数大(72.08%),且年降水量多,导致春季山区降水量很大,而且与春季天气转暖后低山丘陵区的大量积雪融化相叠加,河水水量激增,春洪频发,因此当地需要修建防洪设施,有计划地兴建水库贮存春洪,供干旱的夏季灌溉;另外,当地夏季降水系数很小(8.07%),山区降水量不大,再加上高山冰雪融化的水源,也只能起稳定河水水量作用,而不致成洪灾^[12],有时还有森林火灾。

新疆北疆石河子地区冬春季降水系数较大(47.52%),故冬春季山区降水较多,加上天气转暖后低山丘陵区的积雪融化,使河水增多,除贮存于水库、用于春灌之外,有时也发生春洪;夏季降水系数也较大(37.12%),山区降水多,加上高山大量的冰雪融化,造成河水大增^[17],除直接用于灌溉或大量贮存于水库外,时有“雨雪混合型”洪水灾害,需制定防灾方案。南疆地区因西风环流带来的水汽受天山阻滞年降水很少,但夏季降水系数大(62.30%),使山区也有较大的降水,加上高山冰雪融化造成河水水量增加,为灌溉和贮存于水库创造了条件,有时也发生局部性洪灾。

河西走廊山前平原绿洲张掖与中亚不同。虽然年降水量只有 131 mm,但夏季降水系数很大(74.05%),导致山区降水量多,加上高山冰雪融化,使河水水量大

增,为灌溉和水库贮水创造了条件,有时也引发洪灾。

2.3 中亚及中国新疆、河西走廊等干旱区绿洲农业发展对策

由于研究区域绿洲季节降水量不同,且“山地-绿洲-荒漠系统”内各子系统降水量亦不同,再加上绿洲地区水资源有限与人口持续发展的矛盾,决定了现代节水型水利工程体系及农业节水技术体系是人们利用科学技术、人力物力投入,提高水资源利用率及效益,适应社会发展需要的有效手段^[12,18],不同时代有其特点。目前,在河流水量相对稳定、人口压力越来越大,而土地资源又相对宽松的形势下,有计划、有选择地兴建绿洲现代节水型水利工程,提高河水资源利用率扩大耕地面积,是将绿洲农业发展到更高水平的首选(当然也必须重视农业节水技术)。尤其是在人均耕地少的新疆南疆地区,实施现代节水型水利工程增加水资源量进而提高人均耕地、发展农业生产,也是一种大范围的“科技扶贫”途径。现代节水工程既能增加农业灌溉水资源,还可避免传统农业常引发土壤次生盐渍化危害,收到“一举两得”效果。

2.3.1 有计划地兴建绿洲现代节水型水利工程、增加水资源量

现以实施效果很好的兵团石河子市为例,分析绿洲现代节水型水利工程体系的作用。

2.3.1.1 有计划地修建山区水库是水利工程现代化的必然趋势

山区不同季节的降水量差异很大,加上山区在高温时节冰雪融化使河水流量增加^[13],必须用修建水库的方法来协调河水水量与农作物需水时间的不吻合。新疆解放前只有平原水库 4 座,到 20 世纪 80 年代后期达 2 000 多座,耕地面积大幅度增长,绿洲农业跃上新台阶。平原水库是时代的产物,水资源利用率低(60%左右),且占用大量土地,引发周边土地次生盐渍化危害和河流水势能的浪费,因此,在有条件的地方修建山区水库替代部分平原水库是水利工程现代化的必然趋势。目前新疆已建成山区水库 5 座,如石河子地区玛纳斯河干流上的肯斯瓦特大型山区水利枢纽工程,坝高 129.4 m,库容 $1.88 \times 10^8\text{ m}^3$,可为 $21.1 \times 10^4\text{ hm}^2$ 耕地提供灌溉,水电站装机容量 100 MW,集防洪、水产养殖、旅游为一体^[19],2014 年建成后将淘汰部分效率低、副作用大的平原水库,成为节约水资源、扩大耕地面积、改善生态环境的有效途径。

2.3.1.2 渠道防渗是现代水利工程建设的一方向

据 1995 年新疆自治区环境保护研究所与德国柏

林大学在石河子市 147 团农场用氢同位素氘(^3H)研究结果显示,土渠输水的渠道渗漏量占地下水补给量的 39.9%^[20]。用塑料膜、水泥防渗各级渠道较土渠可节水 15%~20%,并且占地少、便于维护、具有防止渠道两侧土地次生盐渍化危害的良好效果。目前石河子市农场的支渠、斗渠已基本防渗,成为增加水资源量、减轻土地次生盐渍化危害、实施盐渍化弃耕地生态重建、增加耕地、改善生态环境的有效途径^[21]。

2.3.1.3 节水滴灌潜力巨大

节水滴灌较大水漫灌可节水 30%左右,尤其是膜下滴灌,将地膜技术与滴灌技术结合,较常规灌溉更节水 50%左右、棉花增产 15%~25%、肥料利用率提高 15%、人均管理定额提高 3~4 倍^[22],也有益于改良次生盐渍化土地,进一步扩大耕地面积。自 20 世纪末兵团农场推广滴灌技术以来,目前大田作物、瓜果蔬菜、果树、林木种植等正全面推行。如兵团石河子市 2013 年 89%的农作物实施滴灌,在玛纳斯河年径流量变化不大的情况下,节约出来的水资源按“以水定地”原则扩大耕地面积 2.8 万 hm^2 (与 2003 年相比),增幅 15%,且棉、粮、草(苜蓿)、加工番茄、葡萄、速生杨用材林等单产提高,效益上升,种植业结构逐步优化;居民区绿化等面积也大幅增加,职工收入增加,生态环境改善,显示出节水滴灌技术良好的经济、社会、生态效益。

2.3.1.4 有计划开发地下水是绿洲地面水资源的有效补充

石河子市 20 世纪八九十年代主要在地下水资源较丰富的泉水溢出带、冲积平原等地貌部位开采地下水,既增加水资源,也降低地下水位改良次生盐渍化弃耕地。如地处玛纳斯河畔的 147 团农场,1965 年因土壤次生盐渍化危害,耕地只有 0.81 万 hm^2 ,20 世纪 80 年代后期集中打井 108 口,实施“井灌井排”、“渠系防渗”等措施,1990 年耕地增加到 0.94 万 hm^2 ,增幅 16.1%,效果很好。将机井与滴灌配合,更节水、省能源,更有利于次生盐渍化弃耕地的生态重建^[21]。另外,城市及工业采用地下水,水质好、水量稳定,效益较农业更高。

根据新疆(含兵团)统计年鉴资料,1949 年新疆有耕地 1 209.70 $\times 10^3$ hm^2 ,由于大力发展常规水利建设等多种原因,到 1965 年耕地面积快速增长到 3 464.72 $\times 10^3$ hm^2 。以后水工建设没有新突破,直到 1985 年仍只有 3 082.52 $\times 10^3$ hm^2 ,20 年间变化不大。20 世纪末开始较快地发展现代节水型水工建设,耕地面积又开始增长,2010 年达到 4 124.5 $\times 10^3$ hm^2 ,较

25 年前的 1985 年增长 33.8%,势头还在继续,绿洲农业进入新发展阶段。

2.3.2 不同地区需要建立相应的农业节水技术体系

解决干旱区农业的水资源问题是系统工程,既要合理利用河流进行合理灌溉,也要充分利用绿洲地区的降水,形成农业节水技术系统。

2.3.2.1 建立适合地区的灌溉模式

经调查,中亚地区绿洲的灌溉模式:秋季采用深耕或深松等土壤耕作技术充分发挥土壤储水功能^[23],将冬、春季 217.9 mm 的降水尽可能多地储存在土壤中,供作物春季及初夏应用,夏季实施节水滴灌^[23];河西走廊可在充分利用夏季 79.8 mm 降水的基础上实施滴灌,尤其是采用春麦套种玉米、“一水两用”模式,减少作物灌水量;新疆北疆绿洲地区在实施膜下滴灌的基础上,注意秋耕保墒冬、春季降水,补充春播作物底墒,减少灌水量,春季、夏季实施节水滴灌;南疆绿洲应全面实施膜下滴灌技术,高效利用水资源。

2.3.2.2 优化作物种植结构,充分利用水资源

良好的作物种植结构既能用好灌溉水也可充分利用农区降水,是用生物适应环境提高水资源效率成本低廉的有效办法。中亚中部及北部国家历来重视种植小麦、饲用大麦、苜蓿(苜蓿草产量以第一茬为主)等夏熟作物,充分利用秋、冬、春季降水。如吉尔吉斯斯坦国的比什凯克、哈萨克斯坦国中部及北部地区,夏熟作物普遍占农作物 80%或更多,其余作物中甜菜比重较大(甜菜在早春播种,对冬、春降水也能较好利用);纬度偏南、热量较好的吉尔吉斯斯坦国奥什州,南哈萨克斯坦州等地区虽然实行棉花-苜蓿轮作,但小麦比重仍较大。中亚南部国家乌兹别克斯坦国、土库曼斯坦国等纬度更低,热量资源丰富,棉花-苜蓿轮作、小麦复种玉米、瓜果等比例都较大,既利用土壤耕作技术充分储纳冬、春季降水^[24],也注意了夏季灌溉。

新疆北疆地区各季节降水系数比较均匀,河水春、夏季多,在热量较差的北部地区以夏熟作物为主、秋熟作物也占一定比重;南部地区热量条件较好,棉花、葡萄等经济作物种植较多,效益好。北疆地区普遍重视秋耕,尤其是兵团农场还结合秋耕进行秸秆(棉秆、西红柿秆、油菜秆等)还田加化肥作底肥,增加土壤养分及有机质,储纳冬春降水减少春灌用水量。南疆地区热量资源丰富、夏季河水量大,主要采用棉花、小麦复种玉米(或小麦套种玉米)及瓜果种植模式。20 世纪 90 年代以来,在塔克拉玛干沙漠周边绿洲,将风沙危害较重的棉田改种抗风沙及抗旱力较强的红枣,

取得优质、高产、高效、环保效果^[24]。

河西走廊绿洲 80%左右采用春麦套种制种杂交玉米种植模式,既利用了夏季的降水,也能发挥秋季降水稀少、日照充足、玉米种子质量高、经济效益好的优势,同时,种植春麦还避开了冬季的寒冷、干燥气候对作物越冬的不利影响。

2.3.3 加强环境建设,促进绿洲农业可持续发展

绿洲地区自然条件严酷,风沙、盐碱、洪灾等时有发生,应有针对性地加强环境建设。沙漠区域应充分利用天然降水维护天然旱生植被(如古尔班通古特沙漠年降水量 100 mm 左右,梭梭、沙拐枣、沙芒草等生长良好),实施禁牧、禁樵采、人工育苗梭梭补栽等措施。目前古尔班通古特沙漠 20 世纪六七十年代遭破坏的荒漠植被已基本恢复,风沙流动危害减轻。山前平原绿洲是经济、社会活动的主体区域,应加强环境保护避免污染。山区是河流的发源地,应加强草地、森林植被保护,维护水源。

20 世纪 80 年代以来,新疆广泛采用了地膜覆盖种植技术,促进了棉花等的优质、高产、高效。但不注意残膜清理回收,土壤“白色污染”日益显现,目前少数田块已出现危害,需从政策、回收机械等方面加强工作,实现绿洲农业的可持续发展。

3 讨论

新疆南疆地区是亚洲中部干旱区内的“干旱区”,加上人多地少矛盾,和田地区 2008 年人均耕地 927 m²,还在持续减少,原因错综复杂。为此,应从多方面解决,其中有针对性加大投入、兴建绿洲现代节水型工程体系,提高水资源利用率及效益,以大幅度增加水资源量为一种突破口,发挥水资源的社会功能,增加老灌区人均耕地、建设新农场,为当地脱贫和社会稳定搭建平台,也是办法之一。如 2004 年和田乌鲁瓦提山区水库建成后,既增加了该区域老灌区的人均耕地,也新建了 224 团农场(耕地 1.4×10⁴ hm²),经济发展、收入增加、生态环境改善,为促进社会发展与稳定打下基础^[25]。

从水、热资源角度看,中国绿洲农区虽然年降水量不多,但夏季降水系数大带来山区降水多,河流水流量较稳定,水资源利用效率高、灾害较少;加上夏季热量较高而不酷热、日照充足,“光、温、水、土耦合效应”突出,适宜多种农作物,尤其适宜棉花、加工番茄、啤酒花、瓜果等作物的优质、高产、高效生产,是中国农业中的“奇葩”^[13],也属世界绿洲农业中的“佼佼者”。

为此,南疆地区在发挥种植业优势基础上,还需发展相应的工业产业(如纺织、农产品深加工等),建设现代农业,进一步发挥绿洲优势,全面实现脱贫、致富、社会发展。

4 结论

(1)中国新疆、河西走廊及中亚等不同区域绿洲受到不同大气活动作用:中亚首先接受西风环流带来的水汽,山前平原绿洲年均降水量 313.22 mm,但夏季却受副热带高压控制,干旱少雨,降水只有 24.3 mm,降水系数 8.07%;冬春季则相反,降水 248.5 mm,降水系数 72.08%,水热配合强不同期。河西走廊等绿洲虽然年均降水量 110.6 mm,但夏季无副热带高压影响,太平洋季风带来降水 79.8 mm,降水系数 72.14%,水热配合同期;冬春季相反,降水只有 24.0 mm(冬季 3.9 mm),属旱季,降水系数 21.34%。新疆处于过渡地带。

(2)“山地-绿洲-荒漠系统”内各子系统的降水系数在同一季节很近似,相关性显著,可用绿洲子系统的降水系数来表示山地子系统的降水系数,从而推算出发源于山地的河流流量变化特征,为农业生产、水利建设服务。

(3)根据上述特点,各地需有相应的“内涵”节水措施。尤其是新疆南疆地区,更应依靠现代科学技术、增加投入,有计划、有选择地兴建绿洲现代节水型水利工程,增加水资源量,进而扩大耕地,提高人均耕地面积,发展农业生产;采用相应的作物种植结构、实施相应灌溉模式、优化土壤耕作技术及地膜覆盖技术等农业节水技术体系,走水资源“内涵”式发展途径,将绿洲农业发展到更高水平,促进新疆发展、稳定。

参考文献:

- [1] 施嘉场. 水资源综合利用[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1995.
SHI Jia-yang. Comprehensive utilization of water resource[M]. Beijing: Water Resources and Electric Power Press in China, 1995. (in Chinese)
- [2] 王纪军, 裴铁璠, 顾万龙, 等. 降水年内分配不均匀性指标[J]. 生态学杂志, 2007, 26(9): 1364-1368.
WANG Ji-jun, PEI Tie-fan, GU Wan-long, et al. Non-uniformity index of annual precipitation distribution[J]. Chinese Journal of Ecology, 2007, 26(9): 1364-1368. (in Chinese)
- [3] 冯国章, 李 瑛, 李佩成. 河川径流年内分配不均匀性的量化研究[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(3): 50-53.
FENG Guo-zhang, LI Ying, LI Pei-cheng. Quantification of nonuniformity in annual distribution of stream flow[J]. Acta Univ Agric Boreali-occidentalis, 2000, 28(3): 50-53. (in Chinese)

- [4] 杨 舵. 近 31 年新疆气候变化的时空分布特征[J]. 新疆气象, 1992, 15(6): 15-19.
YANG Duo. Spatial and temporal distribution characteristic of climatic variation in Xinjiang in recent 31 years[J]. *Bimonthly of Xinjiang Meteorology*, 1992, 15(6): 15-19.(in Chinese)
- [5] 穆振侠, 姜卉芳. 基于 TRMM/TMI 的天山西部山区降水垂直分布规律的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(10): 66-71.
MU Zhen-xia, JIANG Hui-fang. The vertical distribution law of precipitation in the western Tianshan Mountain based on TRMM/TMI[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2010, 24(10): 66-71.(in Chinese)
- [6] 赵传成, 丁永建, 叶柏生, 等. 天山山区降水量的空间分布及其估算方法[J]. 水科学进展, 2011, 22(3): 315-322.
ZHAO Chuan-cheng, DING Yong-jian, YE Bai-sheng, et al. Spatial distribution of precipitation in Tianshan Mountains and its estimation [J]. *Advances in Water Science*, 2011, 22(3): 315-322.(in Chinese)
- [7] 戴新刚, 任宜勇, 陈洪武. 近 50 年新疆温度降水配置演变及其尺度特征[J]. 气象学报, 2007, 65(6): 1003-1010.
DAI Xin-gang, REN Yi-yong, CHEN Hong-wu. Multi-scale feature of climate and climate shift in Xinjiang over the past 50 years[J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 2007, 65(6): 1003-1010.(in Chinese)
- [8] 陈 曦, 姜逢春, 王亚俊, 等. 亚洲中部干旱区生态地理格局研究[J]. 干旱区研究, 2013, 30(3): 358-390.
CHEN Xi, JIANG Feng-chun, WANG Ya-jun, et al. Study on ecological geographical landscape in arid zone in central Asia[J]. *Arid Zone Research*, 2013, 30(3): 358-390.(in Chinese)
- [9] Панигуль Аханбек, Лай Сянчи, Ван Цзянли, Койбаков С, Нурабаев Д. Оазисное сельское хозяйство центральной Азии в синьцзян-уйгурском автономном районе КНР[C]. 《Ⅶ Дулатовские чтения》Международная научно-практическая конференция 20-21 апреля 2012 г.. Материалдары: 299-306.
Ahanbieke Paniguli, LAI Xian-qi, SI Keyibakofu, et al. Comparison oasis agriculture in central Asia and Xinjiang[C]. International Scientific and Practical Conference 'VII Dulaty's Reading' Memoir, 2012: 299-306.(in Russian)
- [10] 王江丽, 赖先齐, 帕尼古丽·阿汗别克, 等. 中亚与新疆绿洲农业的比较[J]. 干旱区研究, 2013, 30(1): 182-187.
WANG Jiang-li, LAI Xian-qi, Paniguli Ahanbieke, et al. Comparison oasis agriculture in central Asia and Xinjiang[J]. *Arid Zone Research*, 2013, 30(1): 182-187.(in Chinese)
- [11] 周立三, 陈汉耀, 左大康, 等. 新疆气候及其和农业的关系[M]. 北京: 科学出版社, 1962: 97-98.
ZHOU Li-san, CHEN Han-yao, ZUO Da-kang, et al. Climate and its relationship with agriculture in Xinjiang[M]. Beijing: Science Press, 1962: 97-98.(in Chinese)
- [12] 吴 森, 张小云, 王丽贤, 等. 吉尔吉斯斯坦水资源及其利用研究[J]. 干旱区研究, 2011, 28(3): 455-462.
WU Miao, ZHANG Xiao-yun, WANG Li-xian, et al. Study on water resources and its utilization in Kyrgyzstan[J]. *Arid Zone Research*, 2011, 28(3): 455-462.(in Chinese)
- [13] 赖先齐. 中国绿洲农业学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 46, 55.
LAI Xian-qi. Oasis agriculture of China[M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2005: 46, 55.(in Chinese)
- [14] 伍光合, 王乃和. 自然地理学(第四版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 125.
WU Guang-he, WANG Nai-he. Physical geography (the fourth edition) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2009: 125.(in Chinese)
- [15] 陈 曦. 中国干旱区自然地理[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 88.
CHEN Xi. China's physical geography in arid areas[M]. Beijing: Science Press, 2010: 88.(in Chinese)
- [16] 陈志昆, 张书余, 雒佳丽, 等. 祁连山山区降水气候特征变化分析[J]. 干旱区研究, 2012, 29(5): 834.
CHEN Zhi-kun, ZHANG Shu-yu, LUO Jia-li, et al. Qilian mountain climate characteristics of precipitation variation analysis[J]. *Arid Zone Research*, 2012, 29(5): 834.(in Chinese)
- [17] 胡汝骥. 中国天山自然地理[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004: 218.
HU Ru-ji. Natural geography of Tianshan Mountain in China[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2004: 218.(in Chinese)
- [18] 李湘权, 邓铭江, 龙爱华, 等. 吉尔吉斯水资源及其开发利用[J]. 地球科学进展, 2010, 25(12): 1367-1375.
LI Xiang-quan, DENG Ming-jiang, LONG Ai-hua, et al. Development and utilization of water resources in Kyrgyzstan[J]. *Advance in Earth Sciences*, 2010, 25(12): 1367-1375.(in Chinese)
- [19] 王晓照. 确保明年 10 月投产发电[N]. 石河子日报, 2013-11-26(1).
WANG Xiao-zhao. To ensure that the operating in October of next year [N]. Shihezi Daily, 2013, 11.26. the first page.(in Chinese)
- [20] 袁国映, 屈喜来, 李竞生. 中国新疆玛纳斯河流域农业生态环境资源保护与合理利用研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1995: 78-83.
YUAN Guo-ying, QU Xi-lai, LI Jing-sheng. Research on agro-ecological environment and resource protection and reasonable utilization in Manas river basin[M]. Urumchi: Health Science and Technology Press in Xinjiang, 1995: 78-83.(in Chinese)
- [21] 赖先齐. 绿洲盐渍化弃耕地生态重建研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 63.
LAI Xian-qi. Research on ecological reconstruction of salinization derelict land in oasis[M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2007: 63.(in Chinese)
- [22] 郑 重. 绿洲节水灌溉技术[M]. 乌鲁木齐: 新疆大学出版社, 2009: 10.
ZHENG Zhong. Water-saving irrigation technologies in oasis[M]. Urumchi: Xinjiang University Press, 2009: 10.(in Chinese)
- [23] 阿·依·约翰斯基著, 魏廷辉译. 坡地土壤耕作[J]. 中亚科技信息, 1985(4): 18-20.
A·Yi·Joanski. Soil cultivation in sloping fields[J]. *Central Asia Science and Technology Information*, 1985(4): 18-20.(in Chinese)
- [24] 赖先齐, 王江丽, 王玉香, 等. 亚欧大陆中心区域水热资源配合状况与绿洲农业适应性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(10): 1-7.
LAI Xian-qi, WANG Jiang-li, MA Yu-xiang, et al. Water and heat resources coordination situation in Eurasia center area and the oasis agriculture adaptability[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2013, 27(10): 1-7.(in Chinese)
- [25] 李万明. 新疆和田绿洲“生态贫困”问题研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆生产建设兵团出版社, 2011: 52, 121.
LI Wan-ming. Research on ecological poverty problem in Hetian oasis of Xinjiang[M]. Urumchi: Xinjiang Production and Construction Corps Press, 2011: 52, 121.(in Chinese)