

雷玉红,王发科,侯岳,等. 格尔木地区气候资源变化特征及对农业生产的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(15):221-227.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.040

格尔木地区气候资源变化特征及对农业生产的影响

雷玉红¹,王发科¹,侯岳¹,许学莲¹,梁志勇¹,颜亮东^{2,3}

(1. 青海省格尔木市气象局,青海格尔木 816099; 2. 青海省气象科学研究所,青海西宁 810001;
3. 青海省防灾减灾重点实验室,青海西宁 810001)

摘要:利用柴达木盆地格尔木及小灶火 2 个气象台(站)1961—2015 年气温、积温、日照及降水等主要农业气象资料,结合青海省气象台 2 km×2 km 格点化的非站点资料,应用气候倾向率、气候趋势系数等数理统计方法对格尔木地区的光、热、水等主要气候资源的变化特征及其对农业生产的影响进行分析。结果表明,55 年来格尔木地区年降水量呈波动略增多趋势,年平均气温和 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温呈显著的增加趋势,而年日照时数整体呈明显的减少趋势。对农业而言,气候变化使格尔木地区农作物生长季延长,区域内宜农地海拔高度上升,农作物种植面积扩大,有利于农业种植结构调整,有利于区域内蔬菜、经济类等作物大面积种植或推广。这对实时开展格尔木地区农业结构调整,合理利用气候资源,减轻和避免不利气候条件的影响,促进农牧业可持续发展具有一定的指导意义。

关键词:农业气候资源;变化特征;农业生产影响;格尔木地区

中图分类号: S162.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)15-0221-07

农业气候资源是指一个地区气候对农业生产所能提供的自然物质和自然能量,它主要包括作物生长发育所必需的光、热、水等资源,在数量、程度上决定一个地区农业生产结构和布局、作物种类和品种、种植方式和栽培管理措施等,最终体现为气候条件对农业生产发展的潜在能力^[1]。农业气候资源在地理分布上具有不平衡性,而对一定地区来说又具有相对稳定性和有限性,在时间上具有季节性和年际变异性^[2]。气候变化对农业影响的最直接表现就是在对农业气候资源的影响方面^[3]。

格尔木地区位于青藏高原东北部,地处 $91^{\circ}25' \sim 95^{\circ}12'E$ 、 $35^{\circ}10' \sim 37^{\circ}45'N$ 之间,总面积约 8.1 万 km^2 ,海拔 2 780~3 200 m,拥有 3 个副县级行政委员会,共有 5 个街道、2 个镇、2 个乡。由于海拔高度差异较大,造成不同地区的气候差异明显,其中大格勒乡、郭勒木德镇和乌图美仁乡以绿洲农业种植为主,牧业为辅,唐古拉山镇为纯牧业区。格尔木地区属高原大陆性气候,气候干燥、日照时

间长、昼夜温差大,光热条件有利于农作物生长发育和有机物质的积累,主要种植春小麦、油菜、青稞、马铃薯、豆类、枸杞等农作物^[4]。随着气候变暖,区域内农作物生长季延长,春小麦等农作物播种期提前,农作物种植区域自东向西由高经度向低经度地区延伸,农作物播种总面积扩大幅度达 32%^[5-6]。尤其对枸杞的种植影响很大,种植面积由 2011 年的 2 560 hm^2 扩大到 2017 年的 5 800 hm^2 。因此,研究气候变化背景下格尔木地区气候资源变化特征及对农业生产影响,对实时开展当地农业结构调整、合理利用气候资源优势、减轻和避免不利气候条件的影响、促进农业可持续发展具有一定的指导意义。

1 资料与方法

1.1 资料

气象资料来源于 1961—2015 年格尔木市气象台及小灶火气象站日照时数、积温、气温及降水量等主要农业气象资料,气候基准值采用青海省气候中心整编的《青海省 1981 年 01 月至 2010 年 12 月气候整编》资料;不同海拔高度非站点气候资源资料,采用青海省气象台 2 km×2 km 格点化的资料;农业产量、面积等来源于 2008—2018 年《青海省统计年鉴》;牧草产量资料来源于清水河生态监测站点 2003—2015 年测定的各年最高月产量(7 月底)

收稿日期:2020-12-22

基金项目:国家自然科学基金(编号:41765008);浙江省气象局一般项目(编号:2019YB21)。

作者简介:雷玉红(1976—)女,青海西宁市人,高级工程师,主要从事农业气象与生态环境方向研究。E-mail:284134262@qq.com。

通信作者:颜亮东,正高级工程师,主要从事农业气候资源方向研究。
E-mail:314844226@qq.com。

数据;以 3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月至翌年 2 月为冬季。

1.2 方法

本研究主要引入气候倾向率和气候趋势系数判别分析时间序列的趋势变化。

1.2.1 气候倾向率 对序列的趋势变化用一次线性方程表示,如式(1)所示。

$$y(t) = a_0 + a_1 t. \quad (1)$$

式中: $y(t)$ 为农业气象要素; t 为时间; a_0 为常数项, a_1 为线性趋势项,把 $a_1 \times 10$ 作为农业气象要素气候倾向率。 $a_1 < 0$ 表示在计算时段内呈下降趋势, $a_1 > 0$ 表示呈上升趋势, a_1 绝对值的大小可以度量其演变趋势上升、下降的程度。

1.2.2 气候趋势系数 n 个时刻的气候要素序列与自然数列 $\{1, 2, 3, \dots, n\}$ 的相关系数,如式(2)所示。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(i - \bar{i})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (i - \bar{i})^2}}. \quad (2)$$

式中: r 为气候要素序列趋势相关系数,可以使用通常的相关系数统计检验方法,检验气候趋势是否显

著 $r_{0.01} = 0.339$, 相关系数检验临界值。 n 为年数(本研究 $n = 55$ 年); x_i 为第 i 年的气候要素值; \bar{x} 为气候要素平均值; $\bar{i} = (n + 1)/2$, r 值为正(负)时表示该要素在所计算的 n 年内有增加(减少)的趋势。

2 结果与分析

2.1 热量资源变化特征

2.1.1 气温 由图 1 可知,1961—2015 年格尔木种植区年平均气温为 4.7°C ,年平均最低值出现在 1967 年,只有 2.7°C ,最高值出现在 2006 年,达到 6.7°C 。1997 年是一个节点,1961—1996 年的 36 年里只有 3 年平均气温高于 5°C ,其余年份均低于 5°C ,1997—2015 年年平均气温均高于 5.2°C ,这说明 1997 年之前为冷期阶段,1997 年之后处在暖期阶段。从图 1 可以看出,年代平均气温曲线呈上升趋势,且 21 世纪 10 年代增加最大,表明气温显著升高,这种持续性的变化还可以诊断出气温发生突变的大致时间在 20 世纪 90 年代,与 1997—2015 年年平均气温均高于 5.2°C 相对应,说明 1997 年格尔木种植区年平均气温发生了突变。

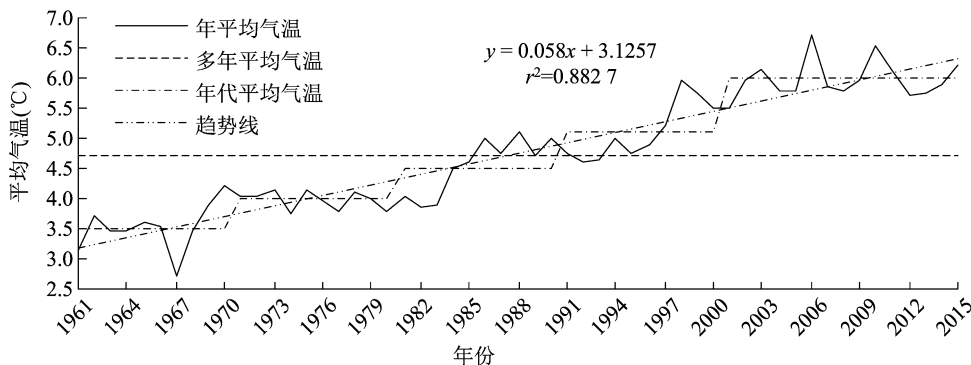


图1 格尔木地区年平均气温变化曲线

格尔木种植区平均气温年际变化呈升高趋势,倾向率为 $0.58^\circ\text{C}/10$ 年,明显高于全省 $0.25^\circ\text{C}/10$ 年的气温平均倾向率^[7-8],通过 0.01 的显著检验。分析其年代变化,平均气温呈阶梯式上升趋势,阶段变化明显,20 世纪 60 年代升温幅度最小,70 年代至 80 年代初期升温幅度较缓慢,20 世纪 80 年代后期至 21 世纪以来升温明显,21 世纪以来较 60 年代年平均气温升高 2.1°C 。

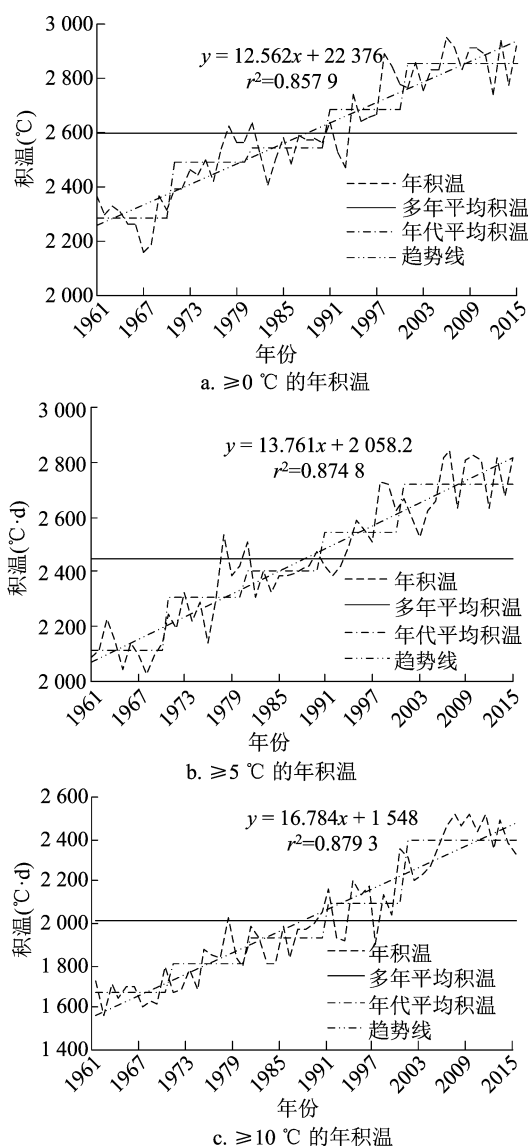
由表 1 可知,格尔木种植区 2 站年平均气温均呈升高趋势,倾向率为 $0.59 \sim 0.64^\circ\text{C}/10$ 年,升温明显,均通过 0.01 的显著检验。进一步分析四季平均气温变化,2 站春季倾向率为 $0.55 \sim 0.59^\circ\text{C}/10$

年,夏季倾向率为 $0.044 \sim 0.048^\circ\text{C}/10$ 年,秋季倾向率为 $0.64 \sim 0.68^\circ\text{C}/10$ 年,冬季倾向率为 $0.68 \sim 0.80^\circ\text{C}/10$ 年,其中冬季增温幅度最明显,秋季次之,夏季最小,四季均通过 0.01 的显著检验。

2.1.2 积温 由图 2 可以看出, $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温在 $2\,159.4 \sim 2\,950.3^\circ\text{C} \cdot \text{d}$ 之间,多年平均积温为 $2\,597.9^\circ\text{C} \cdot \text{d}$,积温年际变化呈增加趋势,平均每 10 年增加 $125.6^\circ\text{C} \cdot \text{d}$;小灶火、格尔木 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温平均每 10 年分别增加 141.7 、 $109.6^\circ\text{C} \cdot \text{d}$,均通过 0.01 显著检验。 $\geq 5^\circ\text{C}$ 年积温在 $2\,022.5 \sim 2\,846.2^\circ\text{C} \cdot \text{d}$ 之间,多年平均积温为 $2\,443.5^\circ\text{C} \cdot \text{d}$,积温年际变化呈增加趋势,平均每 10 年增加 137.6°C 。

表 1 格尔木地区季平均气温变化倾向率和趋势系数

站名	倾向率(℃/10 年)					趋势系数 r				
	春季	夏季	秋季	冬季	全年	春季	夏季	秋季	冬季	全年
小灶火	0.55	0.48	0.64	0.68	0.59	0.804	0.808	0.892	0.801	0.913
格尔木	0.59	0.44	0.68	0.80	0.64	0.787	0.787	0.900	0.800	0.935
平均	0.57	0.46	0.66	0.74	0.62	0.720	0.745	0.884	0.765	0.928

图2 格尔木地区 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温变化曲线

小灶火、格尔木 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温平均每10年分别增加164.1、111.1 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,均通过0.01显著性检验。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温在1568.5~2521.0 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 之间,多年平均积温为2018.0 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,积温年际变化也呈现增加的趋势,平均每10年增加167.8 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,小灶火、格尔木 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温平均每10年分别增加157.6、178.1 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,均通过0.01显著检验。分析

其年代变化可知, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温,在20世纪60年代增加不明显,70—80年代增加比较缓慢,90年代以来增加明显。21世纪以来与20世纪60年代相比年积温分别增加569.1、604.2、416.3 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。

2.2 降水资源变化

格尔木地区属于极干旱区,土地含盐碱度较高,农业属于灌溉农业。由图3可知,近55年来降水量年际变化呈波动略增多趋势,增多倾向率为1.7 mm/10年。降水主要集中在夏季的6—8月,占全年降水量的80%。20世纪60年代至80年代中期,90年代为少雨期,20世纪80年代末期,21世纪以来为多雨期,21世纪以来与20世纪60年代相比年降水量增加5.7 mm。

由表2和表3可知,春季平均降水量为5.9 mm,占全年降水量的16%,最小的年份为0.2 mm,最多的年份19.9 mm,50%以上的年份降水量在5.0 mm以上。夏季平均降水量23.1 mm,占全年降水量的65%,最少年份为3.8 mm,最多年份达46.5 mm,均出现在20世纪60年代。秋季降水量相比春夏季要偏少一些,秋季平均降水量为5.3 mm,占全年降水的15%,最少年份只有0.0 mm,最多年份达22.1 mm,降水天气较少有利于农作物成熟收获及柴达木枸杞的采摘。冬季平均降水量为1.4 mm,占全年降水的4%,冬季降水少,故本地区作物秋季收获后要进行冬灌,确保来年农作物播种及发芽等。总之,夏季降水量增多较为明显,倾向率为0.8 mm/10年,春季次之,秋季和冬季增加不明显,倾向率分别为0.5 mm/10年、0.3 mm/10年,季节变化均未通过0.01显著性检验。

2.3 光照资源变化特征

日照时间是衡量一个地区光能资源的主要技术指标^[9]。从图4可以看出,1961—2015年格尔木种植区年实际日照时数整体呈减少趋势,减少倾向率为-26.3 h/10年,通过0.01显著性检验。年平

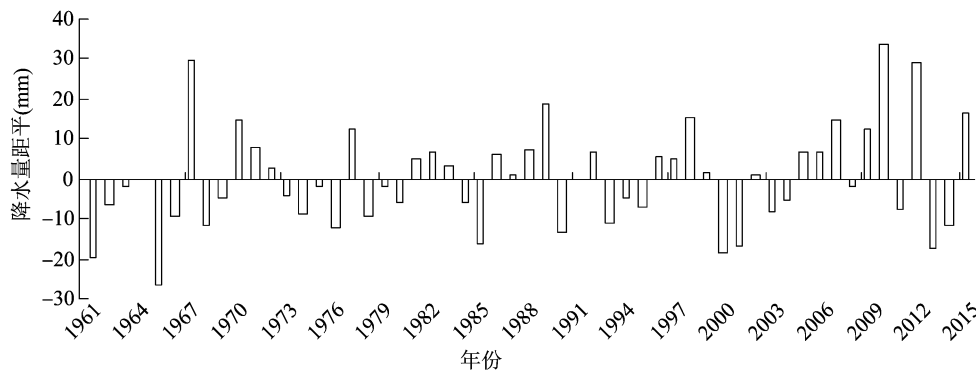


图3 格尔木地区年降水量距平

表 2 格尔木地区降水量变化

站名	降水量(mm)				
	春季	夏季	秋季	冬季	全年
小灶火	4.2	18.9	4.1	1.2	28.2
格尔木	7.5	27.3	6.5	1.6	43.4
平均	5.9	23.1	5.3	1.4	35.8
最大降水量	19.9	46.5	22.1	7.7	69.6
最小降水量	0.2	3.8	0.0	0.0	9.1
占全年降水量的百分比(%)	16	65	15	4	

均实际日照时数为 3 143.8 h,最多平均实际日照时数为 3 309.2 h(1990 年),最少平均实际日照时数为 2 924.9 h(2008 年)。其年实际日照时数整体呈减少的趋势,主要是由于降水波动式增加^[10],云量增多,导致实际日照时数减少;而夜间云量的增加,阻碍了地面长波辐射,减缓了地面热量的散失,导致该地区年实际日照时数虽然减少,但年平均气温显著升高。实际上高原年平均气温较低,热量条件较差;同时,气温年较差较小,日较差较大,主要原因是海拔较高,大气层薄,白天通过吸收太阳直接辐

表 3 格尔木地区季降水量变化倾向率和趋势系数

站名	倾向率(mm/10 年)					趋势系数				
	春季	夏季	秋季	冬季	全年	春季	夏季	秋季	冬季	全年
小灶火	0.7	0.6	0.4	0.3	2.0	0.314	0.108	0.137	0.179	0.236
格尔木	0.3	1.0	0.1	0.3	1.7	0.098	0.119	0.023	0.254	0.152
平均	0.5	0.8	0.3	0.3	1.9	0.259	0.386	0.104	0.173	0.404

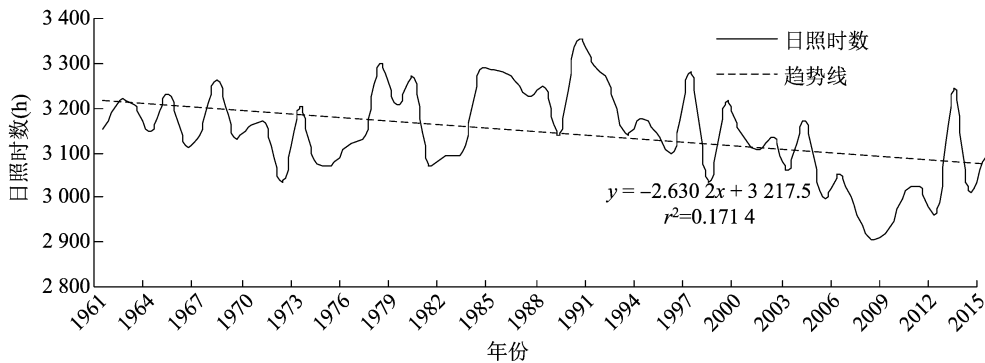


图4 格尔木地区年日照时数变化曲线

射升温快,夜间通过长波辐射,降温也快,尤其是大气层较薄的情况下,长波辐射导致的降温效果较同纬度的内陆地区明显;而云量增加能够使较多的长波辐射反射回地面,减缓夜间的降温。

分析其年代变化,20 世纪 60 年代至 90 年代末期,日照时数呈略偏多趋势,21 世纪以来日照时数呈持续偏少趋势。格尔木种植区四季平均日照时

数均呈减少趋势,2 站春季倾向率为 - 7.7 ~ 6.2 h/10 年,夏季倾向率为 - 17.4 ~ - 7.9 h/10 年,秋季倾向率为 - 9.5 ~ - 5.1 h/10 年,冬季倾向率为 - 6.6 ~ - 4.7 h/10 年,其中夏季减少较为明显,秋季次之,春季减少最小,夏季、秋季通过 0.01 显著性检验(表 4)。

表 4 格尔木地区年、季日照时数变化倾向率和趋势系数

站名	倾向率(h/10 年)					趋势系数 r				
	春季	夏季	秋季	冬季	全年	春季	夏季	秋季	冬季	全年
小灶火	-7.7	-17.4	-9.5	-6.6	-41.2	-0.303	-0.452	-0.381	-0.263	-0.484
格尔木	6.2	-7.9	-5.1	-4.7	-11.5	0.259	-0.242	-0.231	-0.212	-0.186
平均	-0.75	-12.7	-7.3	-5.7	-26.4	-0.022	-0.347	-0.306	-0.234	-0.335

2.4 格尔木地区农业气候资源变化对农业生产的影响分析

2.4.1 农业气候资源与农业生产的关系 气候对农业生产的影响包括单个气候要素影响和综合气候要素影响 2 个方面,单个气候因素主要影响一个地区的耕作制度及种植作物种类,从热量条件来说, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的年积温大于 $3\,000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 的地区可种植冬小麦, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的年积温小于 $1\,500^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 的地区只能从事畜牧业等;综合气候要素主要影响一个地区农业生产的产量和质量,如“风调雨顺”就是各气候要素综合配置较好的一种形象比喻^[11]。各气候要素在适宜范围内,相互间的组合状况和匹配程度随着各气候要素数量的增加而变好,相应地,有利于农业生产及其发展,如温度升高、降水量增加等;某一气候要素的数量超出一定的域值范围,就会造成农业气象灾害(如温度过高超出作物生育适宜范围,造成高温危害;温度过低会造成低温冷害、霜冻,持续无降水造成干旱等),各气候要素之间的组合状况和匹配程度就会变差,从而限制农业生产的数量和质量^[12-13]。从格尔木地区各地的单个气候

要素和综合气候要素的变化来看,均朝适宜方向发展,其资源的变化对农牧业生产是有利的。

2.4.2 格尔木地区农业气候资源变化对农业生产的影响分析 分析青海省主要州(市)与格尔木地区的多年年平均气温、年降水量和年日照时数、太阳辐射等主要气候资源,格尔木地区 3 个绿洲农业区的气温在 $4.4\sim 5.8^{\circ}\text{C}$ 之间,虽然没有东部湟水流域和黄河谷地高,但明显高于青南和环湖牧业区,热量条件满足不了冬小麦的种植,但基本满足春小麦、蚕豆、豌豆等粮油作物及枸杞、藜麦等特色经济作物种植的需求,因此,气温升高、积温增多对农业生产有利;降水在该地区十分稀少,农业生产主要靠灌溉,属于绿洲农业,但降水增多的趋势对农业生产也是有利的;日照和辐射虽然减少,但依然是全省最多的,年日照时数在 $3\,000\text{ h}$ 以上,较东部同纬度的黄土高原、华北平原多 $400\sim 700\text{ h}$,太阳辐射量最大,总辐射量在 $700\text{ kJ}/\text{cm}^2$ 以上,在全国仅次于西藏,光能资源丰富,对农作物的增产具有很重要的作用(图 5)。

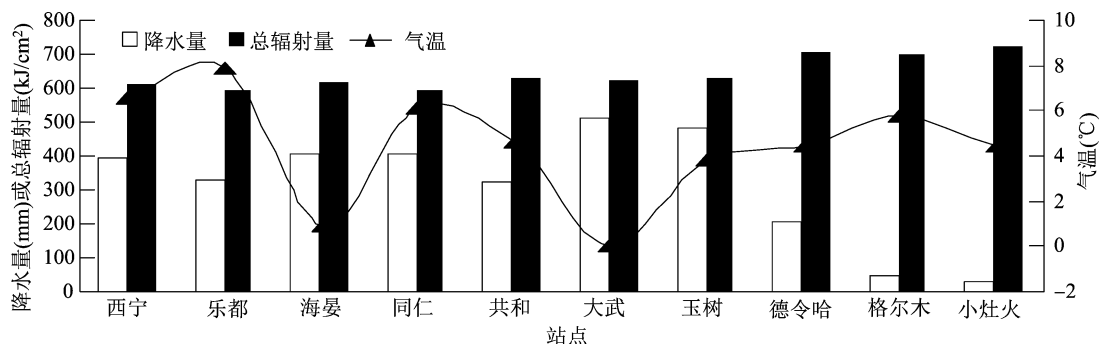


图5 青海省各州(市)与格尔木地区主要农业气候资源

王江山等通过用光、热、水等气候要素对农业生产的影响,建立农业生态气候系统的模糊动态模型,进而对青海省的农业气候资源进行详细的分类和评价。该方法根据青海省各地 1 年中气温高低起伏、降水量与时间分配、日照长短变化等诸多气候要素因子组合状况与匹配程度,计算出资源指数、

效能指数、利用系数,将青海省的农业气候资源综合划分为 7 个类型(图 6)^[14]。格尔木地区的大格勒乡、郭勒木德镇和乌图美仁乡 3 个绿洲农业种植区属于第 I 类柴达木盆地中西部型,该地区降水奇少,最多的月份也不超过 50 mm ,在天然条件下,农业生物不能生长,但在灌溉条件下,可以利用光照

资源丰富的优势,大力发展农业生产;唐古拉山牧业区属于第Ⅲ类青南高原北部型,海拔高、气候寒冷、风雪灾害多,加之土层薄而质地粗,没有种植业

条件,生态十分脆弱,以饲养藏系牦牛、绵羊的畜牧业生产为主。



图6 青海省主要农业气候资源类型

温度升高,有效积温增多,热量资源增加,农作物生长季延长,区域内宜农地海拔高度上升,农作物种植面积扩大,有利于农业种植结构调整,有利于区域内蔬菜、经济类等作物大面积种植或推广。根据2018年《青海省统计年鉴》,柴达木盆地耕地面积由2008年的3.49万 hm^2 增加到2018年的6.10万 hm^2 ^[15-16],格尔木地区耕地面积由2008年的0.37万 hm^2 增加到2018年的0.81万 hm^2 。20世纪90年代以前,柴达木盆地南缘主要种植小麦、青稞、油菜、蔬菜等,21世纪以来农作物种植结构发生了明显的变化,粮食、油料作物种植比例减少,设施农业及枸杞、藜麦等特色农作物大面积扩大;盆地藜麦种植从无到有,目前达到0.33万 hm^2 ,格尔木地区增加0.13万 hm^2 ;尤其是枸杞种植面积,柴达木盆地由2008年的0.39万 hm^2 增加到2018年的3.44万 hm^2 ,格尔木地区由2008年的0.13万 hm^2 扩大到2018年的0.70万 hm^2 。热量资源增加,一方面农作物生长季延长;另一方面通过合理调整和优化农业产业结构,大力推广和发展高原设施农业、生态农业、特色农业,有效地提高了农业生产能力,从而使农作物产量增加,农业产值增大。因此,研究气候变化背景下,格尔木地区气候资源

变化特征及其对农业生产的影响,对实时开展当地农业结构调整,合理利用气候资源优势,减轻和避免不利气候条件的影响,促进农业可持续发展具有一定的指导意义^[17]。

降水量明显增加,气候逐渐向暖湿化方向发展,对畜牧业影响明显;由于柴达木盆地整体气候极其干旱,水分是限制植被生长发育的主要因子,降水量增加有利于该地区植被生长发育。研究表明,植被归一化植被指数(NDVI)与年降水量呈显著的正相关关系,与蒸发量呈显著的负相关关系^[18],随着年代变化,植被覆盖度增加,尤其是进入21世纪以来,盆地四周高寒草原类草场牧草产量明显增加,盆地中部出现了微温微干和微温微润的植被类型,适宜于牧业生产的高寒草原、温性荒漠和低地草原类面积扩大。图7是牧业区清水河站历年牧草产量变化图,由于牧草产量逐年增加,饲养牲畜数量也逐年增加,大牲畜年末存栏数由2008年的19.2万头(只)增加到2018年的23.2万头(只),羊存栏数由2008年的197.2万只增加到2018年的283.3万只,表明气候变化有利于畜牧业生产的发展。因此,在保持生态平衡的前提下,充分利用气候资源规律,调整产业结构,适当扩大畜牧业生产

规模,在天然牧草产量有限的情况下,充分发挥西部牧区繁育仔畜,东部利用饲草丰富的优势,推广西繁东育措施,可进一步提高当地经济生产总值和牧户的经济收入。

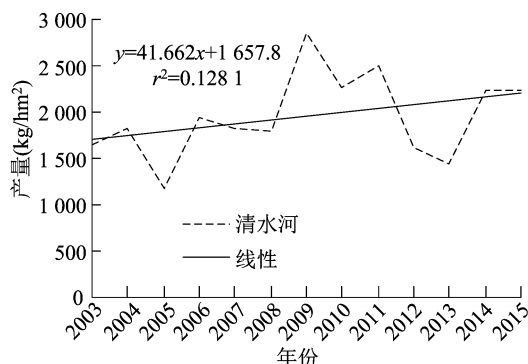


图7 牧业区清水河站历年牧草产量变化

3 结论与讨论

55年来,格尔木地区年降水量呈波动略增多趋势,年平均气温和 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温呈显著增加趋势,而年日照时数整体呈明显的减少趋势。

气温升高、积温增多,降水增加,尤其是4—9月生长季的增加趋势对农业生产是有利的;日照和辐射虽然减少,但依然是全省最多的,较东部同纬度的黄土高原、华北平原多400~700 h,太阳辐射量最大,总辐射量在 $700\text{ kJ}/\text{cm}^2$ 以上,丰富的光能资源,对农作物的增产有很重要的作用。从格尔木地区各地的单个气候要素和综合气候要素的变化来看,均朝适宜方向发展,其资源的变化对农牧业生产是有利的。

在青海省农业气候资源类型中,格尔木地区属于第Ⅰ类柴达木盆地中西部型,该地区降水稀少,最多的月份也未超过50 mm,在天然条件下,农业生物不能生长,但在具备灌溉条件的绿洲农业区,气候变化背景下农业生产具有较大的生产潜力。

对农业而言,气候变化使格尔木地区农作物生长季延长,区域内宜农地海拔高度上升,农作物种植面积扩大,有利于农业种植结构调整,有利于区域内蔬菜、经济类作物大面积种植或推广;在充分利用地下水资源的情况下,利用光热条件较好的优势,进一步发展春小麦、藜麦、枸杞、蚕豆等片状带绿洲农业,可成为青海省农作物种植的另一个基地。

对畜牧业而言,降水量增加有利于该地区植被生长发育,随着年代变化,植被覆盖度增加,适宜于牧业生产的高寒草原、温性荒漠和低地草原面积增加,饲养牲畜数量也逐年增加。因此,在保持生

态平衡的前提下,充分利用气候资源规律,调整产业结构,适当扩大畜牧业生产规模,采取西繁东育等措施,可进一步提高当地经济生产总值和牧户的经济收入。但由于海拔高、气候寒冷、风雪灾害多,加之土层薄且质地粗,生态十分脆弱,在发展畜牧业的同时,要重视生态环境的保护与治理。

种植业结构调整上,稳定粮食生产,加强管理和种植枸杞、藜麦、麻黄、沙棘、红柳等耐旱植物,在保护和治理生态环境的同时,大力实施高产优质高效粮食和绿色食品蔬菜开发,提高农业生产的经济效益和农民的经济收入。

参考文献:

- [1]王春娟,杨婷婷. 陕西宝鸡市近50年农业气候资源特征分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(11):53-58.
- [2]黄先锋,王胜兰,赵开军. 1961—2008年新疆奎屯垦区农业气候资源变化分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2010,4(2):54-58.
- [3]朱敏,袁建辉. 1961—2010年江苏省农业气候资源演变特征[J]. 气象与环境学报,2013,29(3):69-77.
- [4]韩廷芳,祁栋林,陈宏松,等. 柴达木盆地降水的时空分布特征[J]. 沙漠与绿洲气象,2019,13(2):69-75.
- [5]王发科,苟日多杰. 气候变暖对柴达木盆地农作物种植结构的影响[J]. 安徽农业科学,2015,43(27):181-184.
- [6]王发科,都占良,雷玉红,等. 柴达木盆地南缘农业气候资源变化特征分析[J]. 中国农学通报,2019,35(23):91-96.
- [7]李林,申红艳,李红梅,等. 柴达木盆地气候变化的区域显著性及其成因研究[J]. 自然资源学报,2015,33(4):641-650.
- [8]汪青春,张国胜,李林,等. 柴达木盆地近40a气候变化及其对农业影响的研究[J]. 干旱气象,2004,22(4):29-33.
- [9]艾力夏提·阿不力米提,巴哈古力·买买提,张仕明,等. 1961—2016年新疆轮台县农业气候资源变化特征分析[J]. 江西农业,2018(4):49-52,59.
- [10]曹瑜,游庆龙,马茜蓉. 青藏高原中东部夏季极端降水年代际变化特征[J]. 气象科学,2019,39(4):437-445.
- [11]顾恒岳,艾南山. 农业气候系统及其动态模拟[J]. 大自然探索,1984,3(1):43-56.
- [12]冯定原. 农业气象预报和情报方法[M]. 北京:气象出版社,1988.
- [13]严政德,王毅武. 青海百科大辞典[M]. 北京:中国财政经济出版社,1994.
- [14]王江山,颜亮东,李凤霞,等. 青海省农业生态气候资源的量化分析和分类评价[J]. 气象科学,2003,23(1):78-83.
- [15]青海省统计局,国家统计局青海调查总队. 2018年青海省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2019.
- [16]青海省统计局,国家统计局青海调查总队. 2008年青海省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2009.
- [17]张谋军,张俊林,赵玉娟,等. 温度变化对陇东地区玉米不同器官生长率和产量的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):84-90.
- [18]李红梅. 柴达木盆地气候变化对植被的影响分析[J]. 草业学报,2018,27(3):13-23.