

文章编号: 1007-7588(2013)01-0191-08

青海省农牧业气候资源综合区划及评价

周秉荣^{1,2}, 胡爱军¹, 陈国茜¹, 张海静³, 何永清³, 张成祥³

(1. 青海省气象科学研究所, 西宁 810001; 2. 兰州大学资源环境学院, 兰州 730000;

3. 青海省防灾减灾重点实验室, 西宁 810001)

摘 要: 青海高原地形复杂、气候多变, 农牧业气候资源类型也非常丰富。全球变化背景下, 青海省呈现降水增多, 气温升高、有效积温增加趋势, 农牧业气候资源也发生了显著变化。本文采用青海省1961年-2008年全省54个气象站观测资料, 建立了青海省 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温、7月平均气温、年降水量空间推算模式, 得到青海省 $500\text{m} \times 500\text{m}$ 网格化气候资源要素空间分布结果; 结合青海省第二次气候资源区划指标, 建立了 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温、年降水、7月平均气温三级气候区划指标体系: 以 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温 500°C 、 1500°C 、 2000°C 、 3000°C 作为寒冷、寒温、冷温、凉温、暖温一级气候区的阈值; 年降水 50mm 、 200mm 、 400mm 、 600mm 为极干、干旱、半干旱、半湿润、湿润二级气候区的阈值; 7月平均气温 6.0°C 、 11.5°C 、 13.5°C 、 18.0°C 为种植青饲料、青稞或小油菜、春小麦、冬小麦三级气候区的阈值。按照上述指标, 将青海省划分为39类气候区。对其中12类气候区的降水、气温及气象灾害等气候特征进行了分析, 提出了各区适宜种植作物以及农牧业生产、发展建议。

关键词: 农牧业气候资源; 区划; 评价; 青海

1 引言

农业气候资源是农业自然资源的重要组成部分, 是发展农业生产的基本环境条件和物质能源, 研究和分析农业气候资源的地理分布及其规律性, 对合理利用区域气候资源, 发挥气候资源优势具有重要的意义^[1]。农业气候资源评价和区划, 也为适应农业结构调整和种植制度的变化, 新品种的引进和推广, 降低农业风险等工作提供科学依据^[2]。自20世纪80年代初期全国完成第二次农业气候区划以来, 中国的农业生产环境发生了巨大变化。随着农业科技进步, 农业生产向高产、高效、精准化方向发展; 种植业由原来单一的粮食生产向粮食-经济-饲料作物三元结构转变; 农业产业结构的调整对农业气候资源评价及区划提出了新的要求。全球变化背景下, 气温升高、降水时空分异变化也使各地农业气候资源分布发生了变化。利用新技术进行气候资源区划与评价, 进而合理利用和保护气候资源成为了新的科学问题。我国的黑龙江、河

南、江西、湖南、贵州、陕西、北京等省市气象局, 已于1998年、1999年进行了第三次农业气候资源区划工作, 运用GIS、RS技术对各区农业气候资源进行了区划、分析及评价, 取得了一定的成果^[3-7]。

青海省远离海洋, 深居内陆, 地势高耸, 是典型的高原大陆性气候。其气候特征是: 日照时数长, 辐射强; 冬季漫长、夏季凉爽; 气温日差较大, 年差较小; 降水地区差异大, 东部地区雨水较多, 西部地区干燥多风寒冷。20世纪80年代, 青海省实施了第二次农业气候资源区划工作。依据青海省内气象台站的温度、降水等指标, 将全省划分为5个一级气候区, 11个二级气候区。白永平运用农业生态气候模型, 对青海农业气候资源潜力、匹配状况和利用程度进行了定量分析和对比研究, 将青海省划分为不同生态气候资源的4个类型及5个亚型, 并进行了相应评价^[8]。颜亮东等人把青海省划分为冷凉和冷温2个气候大区; 再以年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、年干燥度(年最大可能蒸散量(E)与年降水量(R)的比值)

收稿日期: 2012-06-05; 修订日期: 2012-11-27

基金项目: 国家自然科学基金: “三江源典型湿地水平衡模型及生态需水研究”(编号: 41065007)。

作者简介: 周秉荣, 男, 青海湟中人, 高级工程师, 研究方向为应用气象及生态恢复学。E-mail: zbr0515@foxmail.com

作为二级指标,并结合各地区的自然景观将青海省划分为11个二级气候区^[9]。青海省第二次区划工作结束已有30多年时间,在全球气候变化背景下,青藏高原作为气候变化的敏感区,农业气候资源发生了较大变化;近些年对青海省农业气候资源的研究也仅仅是从不同利用角度进行的专题区划;并且,上述多项区划存在的共同问题是区划空间精度较粗,无气象观测站的区域未考虑气候因素随地形的变化,是一种平面区划。本研究通过建立青海省气候要素的空间推算模型,对无测站地区的气候要素进行了推算,形成500m×500m的气温、积温、降水等气候要素网格化资料,在此基础上进行了青海省农业气候资源评价及立体区划工作,大幅提高了区划精度,为青海发展具有地方特色的名、优、特农业经济提供了更为详尽的科学依据,为精准农业的发展提供资源区划条件。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

数据来源于青海省气候中心。气象数据包括:1961年-2008年青海省50个气象台站月平均气温、月降水量、月平均相对湿度、月平均最高气温、月平均最低气温及以上诸要素的年资料等,气候整编资料年代为1971年-2000年;图形数据包括:青海省GRID格式的1:25万DEM(数字高程模型)和青海省县级行政区划图;GIS属性数据包括:青海各县市气象站的经度、纬度、海拔高度等要素。

2.2 研究方法

2.2.1 区划因子 农牧业气候资源主要包括辐射、温度、水分等气候要素。青海省是我国辐射资源最丰富的地区之一^[10-11],柴达木盆地在6800MJ/(m²·a)以上,西部有些地区甚至超过7200MJ/(m²·a)。光、温、水三要素中,制约本区农牧业生产的主要是热量和水分,故选用热量和水分因子进行青海省农业气候资源评价及区划。

国内针对不同地区的农作物,所选取的热量和水分区划指标也不同。钟秀丽等根据黄淮及其周边地区多年农业气象资料,统计得出了计算小麦拔节后遭遇霜冻温度风险度(F)的经验方程,以 F 为指标做出黄淮麦区小麦霜冻的农业气候区划^[12]。吉

中礼则提出了农业有效干燥度和农业有效湿润度指标,并对农业气候区划中的水分指标加以改进,取得了更加符合实际的分析结果^[13]。陈同英选取了年均气温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温及年均降水量3个指标,对福建沙县进行了县级气候区划^[14]。冯晓云和王建源选用干燥度指数 K 作为气候区划的指标,并定义 $K < 1.0$ 为湿润区, $1.0 \leq K < 1.5$ 为半湿润区, $K \geq 1.5$ 为半干燥区,以此分级标准进行气候区划^[15]。权维俊等则采用专家分类器方法对北京市的京白梨种植区进行农业气候区划^[16]。获取真正能够反映作物对气候条件要求的、客观的农业气候指标是进行农业气候区划的关键,它直接影响和决定着区划研究的水平以及区划结果的适用性^[17]。

青海省气候偏低,适应喜凉农作物和牧草的生长,气温稳定通过 0°C 日期时,冬小麦和牧草返青,生长季 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温是一项很重要的农业气候指标。另外本地作物生长发育的进程,除决定于生长期的热量外,还取决于暖季的温度高低。因此,热量指标中选取生长季 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温和夏季7月份平均气温作为区划指标。反映水分的指标也是多种多样,归纳起来可分为三类:第一类是降水量与蒸散量的比值;第二类是降水量和降水距平;第三类是从降水量、土壤含水量、植物蒸腾之间的水分平衡出发,制订的干湿气候指标。这类指标对农业生产更有实际意义,但由于受理论和技术条件的限制,这类指标与实际应用还有一定距离。第一类指标描述客观,但干湿阈值确定较为困难。第二类指标简便、意义明确,经实际测算,如果干湿阈值选择恰当,划分效果和第三类指标相当。本研究选择全年降水量作为干湿气候区划分指标。

2.2.2 区划因子阈值 青海省的农牧业土地利用现状是以牧业为主,但从当前的农牧业产值所占比重分析,种植业稍大,所以在选取区划指标、确定阈值时,按照该省的实际农业生产情况,兼顾牧业,实施区划。热量指标选取 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温即可反映农区,也可反映牧区总热量状况。结合20世纪80年代青海省农业气候区划,确定以 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温500 $^{\circ}\text{C}$ 、1500 $^{\circ}\text{C}$ 、2000 $^{\circ}\text{C}$ 、3000 $^{\circ}\text{C}$ 作为寒、冷、凉、暖一级气候区的阈值(见表1);以年降水量为指标划分干湿气候区存在3种不同的方案:①年降水量 $< 200\text{mm}$ 为干

2013年1月

旱区, 200~400mm 为半干旱区; ②年降水量<200mm 为干旱区, 200~450mm 为半干旱区; ③年降水量<250mm 为干旱区, 250~500mm 为半干旱区。上述三种方案中第一种较为广泛应用。结合青海省现状, 将年降水 50mm、200mm、400mm、600mm 分别定为极干、干旱、半干旱、半湿润、湿润二级气候区的阈值(见表2)。最暖月气温对农业生产的影响很显著, 农牧业过渡地带中, 在积温基本满足的情况下, 最暖月平均气温决定区域农牧业的分布以及作物种植类型及品种, 这就是将7月平均气温作为三级区划指标的主要原因。按照历史区划指标取 6.0℃、11.50℃、13.5℃、18.0℃, 作为种植青饲料、青稞或小油菜、春小麦、冬小麦三级气候区的阈值¹⁾(见表3)。

2.2.3 热量、降水模型 气候要素的空间推算, 20世纪基本采用插值方法, 在当时技术条件下, 这种推算方法对农牧业气候资源区划及评价工作发挥了

重要作用。但随着 GIS 技术的发展及农牧业生产对气候资源区划需求度的增加, 其在模拟精度方面的不足也逐渐体现出来了。目前, 大多数气候区划采用了 GIS 空间建模技术, 借助于地理信息数据, 将各气候因子与海拔高度、经度、纬度建立推算模型, 以此确定网格点上的气候要素值, 其值的精度取决于气候推算模型, 空间网格的大小则依赖于地理信息数据的精度。本研究中采用了多元线性回归、三维二次趋势面模式法和 Kriging 空间插值法进行了气候要素的模拟。从建模复杂性、资料获取难易程度、拟合度、残差均值、残差均方差等指标综合比较, 多元线性回归法要优于三维二次趋势面和 Kriging 空间插值法(表4、表5)。同理, 对降水也进行了多种方法的效果检验, 多元线性回归法也优于其余两种方法。

选用多元线性回归法构建了青海省气候要素

表1 一级区划指标及农业意义

Table 1 The first grade regionization index and agriculture significance

区号	区划名称	>0℃ 年积温(℃·d)	农业意义
1	寒冷	≤500	无农牧业生产
2	寒温	500~1500	牧业区
3	冷温	1500~2000	农牧业过渡区
4	凉温	2000~3000	农业区, 一熟,
5	暖温	≥3000	农业区, 可复种, 两年三熟

表2 二级气候区划指标及自然景观

Table 2 The second grade regionization index and nature landscape

区号	区划名称	年平均降水(mm)	自然景观
1	极干旱	≤50	荒漠、戈壁
2	干旱	50~200	半荒漠
3	半干旱	200~400	草原
4	半湿润	400~600	疏林、灌丛、草甸
5	湿润	≥600	森林、草甸

表3 三级气候区划指标及主要作物

Table 3 The third grade regionization index and nature landscape

区号	区划名称	7月平均气温(℃)	主要作物
1	寒漠	≤6	大部分地区为无人区
2	牧林业	6~11.5	纯牧区, 部分地区尚可种青饲料; 局部地区可发展林业
3	农牧业	11.5~13.5	青稞、小油菜, 宜种青饲料, 宜发展人工草场
4	农业(作物)	13.5~18	春小麦、复种杂粮、青饲料和蔬菜
5	农业(瓜果蔬菜)	≥18	冬小麦、瓜果蔬菜、可复种

表4 气温拟合效果检验

Table 4 Test to temperature simulation

模式名称	R^2	$Pr>F$	残差均值(℃)	残差均方差(℃)	残差最小值(℃)	残差最大值(℃)
Kriging 插值	—	—	0.889	4.788	-3.559	5.521
多元线性回归	0.898	<0.0001	-0.029	1.009	-2.343	2.277
三维二次趋势面	0.895	<0.0001	-0.175	1.150	-3.466	2.180

1) 青海省农牧业气候资源分析及区划, 1985.

表5 积温拟合效果检验

Table 5 Test to accumulated temperature simulation

模式名称	R^2	$Pr > F$	残差均值(℃)	残差均方差(℃)	残差最小值(℃)	残差最大值(℃)
Kriging插值	—	—	-376.8	533.8	-1209	605.6
多元线性回归	0.955	<.0001	-62.4	175.4	-484.9	330.4
三维二次趋势面	0.969	<.0001	-37.0	164.6	-414.9	264.8

空间推算模型,其中,气象台站海拔、经度、纬度信息从青海省气候中心台站基础信息资料中获取,坡度、坡向、遮蔽度从青海省1:25万DEM资料读取获得。在逐步回归过程中,坡度、坡向及遮蔽度三个因子未能入选进入回归方程。这可能是气象站周边多为开阔、平缓地带原因所致。最终建立了 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温、7月平均气温、年降水量空间推算模式(表6), X_1 、 X_2 、 X_3 分别表示格点海拔、纬度及经度。

3 结果与分析

以青海省 $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温为一级区划指标,年降水为二级区划指标,7月平均气温为三级指标,应用ARCGIS软件空间分析模块,进行青海省农牧业气候资源综合区划,结果如图1所示。青海省共分39类气候区,主要气候区有12类,为青海省主要农牧业生产活动集中区域(下文将分类叙述其气候、农牧业生产特征)。其余27类为分布面积较小或者人类活动影响较小区域。

3.1 暖温半干旱农业(作物)气候区(534)

该气候区主要处在青海东部的民和、乐都、循化、尖扎等地,湟水谷地约在海拔2150m以下、黄河谷地约在海拔2250m以下的河谷地区。该区面积虽不大,但为青海省的精华所在,热量条件为全省最优越,夏季温凉,冬季不太寒冷。该区内黄河谷地循化年平均气温可达 8.7°C ,最暖月平均气温在 19.0°C 以上, $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温可高达 3500°C ;湟水谷地在海拔2150m附近的年平均气温在 6°C 以上;年降水量普遍较少,普遍在360mm以下。降水量虽不

多,然而其绝大部分集中在作物生长季内,就全省而言,水热组合尚属较好的一种类型。该气候区历史上开发较早,种植业比较发达,因有湟水和黄河流经其间,灌溉便利,农作物单产较高。从热量条件看,只要抓紧农时且合理搭配作物品种,可以两年三熟甚至一年两熟。当前,该区作物以春小麦占绝对优势,冬小麦、玉米、油菜、豌豆、洋芋也有种植。该区是青海省的瓜果产地,蔬菜生产也有十分重要的地位,局部海拔较低的谷地尚能种辣子、西红柿、茄子等喜温蔬菜。区内主要气象灾害是干旱和冰雹,尤其是区内浅山地区,干旱问题比较突出,低海拔川水地区,春小麦后期由于缺水常造成“青干”现象。

3.2 凉温半干旱农业(作物)气候区(434)

该区主要包括都兰县中北部、乌兰西南部和德令哈南部的部分柴达木盆地,贵南、贵德、化隆、尖扎、循化等区的部分地区、沿湟水谷地的西宁大部、湟中、乐都、平安、民和等部分地区以及大通南部、互助西南部低浅山地区、西起门源县东部的珠固乡以东的大通河谷地,兴海县境内部分黄河谷地及同仁的隆务河谷地也属于该气候区。区内的年平均气温均在 3.0°C 以上,最暖月平均气温 15.0°C 以上, $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温 $2000\sim 3000^\circ\text{C}$ 。但从降水资源来看,该气候区内年降水量普遍较少,除互助、大通、湟中外,年降水量均在370mm以下,贵德、循化两地年平均降水量仅在250mm左右,柴达木盆地的都兰、乌兰、德令哈三地的年平均降水量均不足

表6 空间推算模式

Table 6 Space reckoning model

项目	模式	R^2	F 值	F 检验
$\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	$Y = 21196.192 - 1.413 X_1 - 187.391 X_2 - 81.737 X_3$	0.9550	325.807	0.000
7月平均气温	$Y = 104.889 - 0.007 X_1 - 0.613 X_2 - 0.49 X_3$	0.9500	292.725	0.000
年平均降水量	$Y = -3185.93 + 0.12176 X_1 - 31.46 X_2 + 43.32 X_3$	0.7383	43.340	0.000

2013年1月

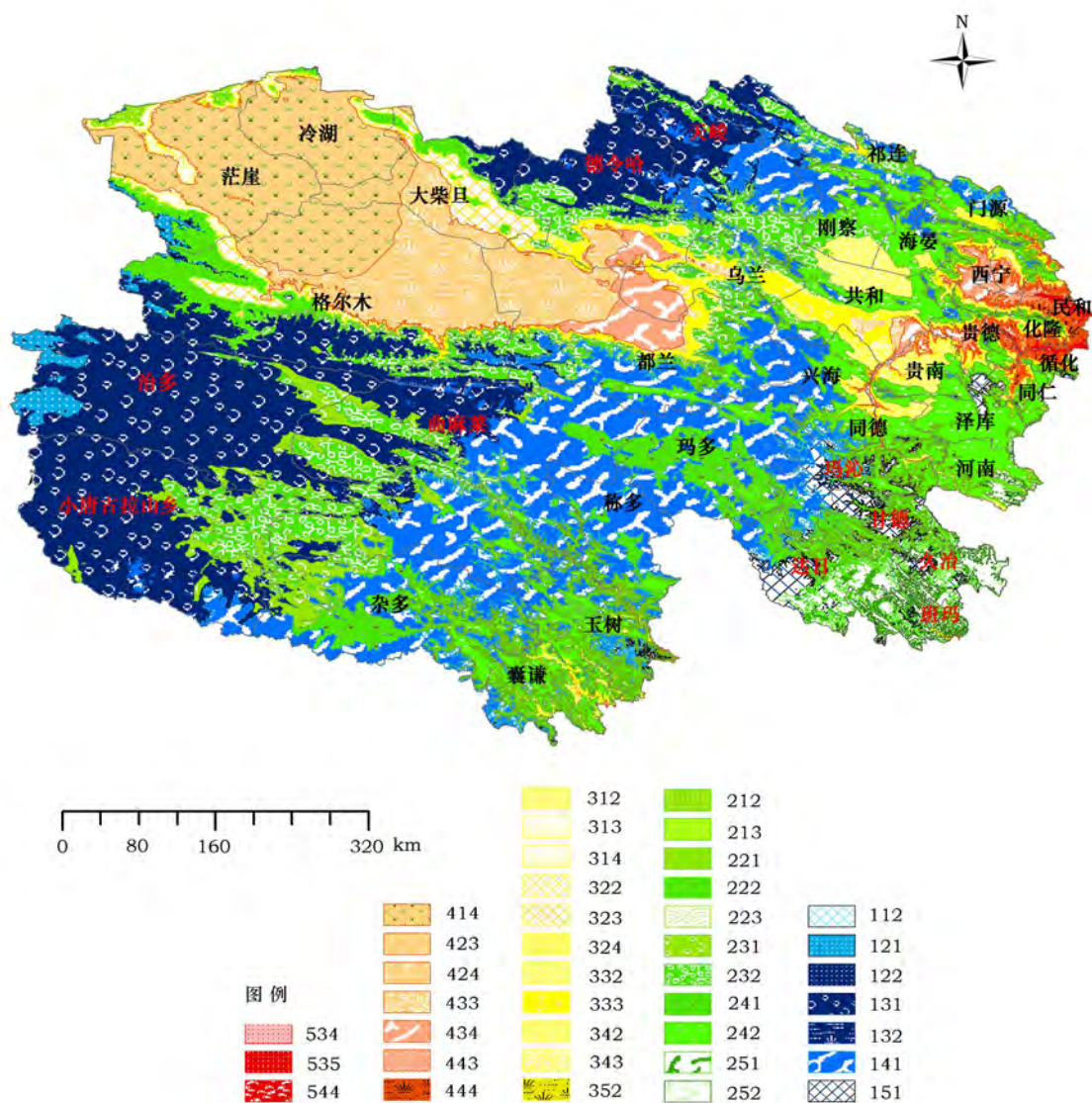


图1 青海省农牧业气候资源区划

Fig.1 Agroclimatic resource demarcation of Qinghai

200mm。热量条件能满足一熟春小麦、油菜、青饲料的正常生长,部分地区麦收后仍可种植蔬菜。区内作物以春小麦为主,青稞、油菜、蚕豆等也有种植。本区气象灾害主要有冰雹、干旱。

3.3 凉温半干旱农牧业气候区(433)

该区主要分布在青海南山南部的共和盆地、德令哈和乌兰县、湟源县、大通县、互助县的部分地区及门源县东部浩门河谷地带也属于该区域。区内的年平均气温均在 $0.8\sim 3.0^{\circ}\text{C}$ 、最暖月平均气温 12.0°C 以上, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温普遍多于 2000°C 。但从降水资源来看,该气候区内年降水量普遍较少,除互助、大通、门源外,年降水量均在 370mm 以下,柴达

木盆地的都兰、乌兰、德令哈三地的年平均降水量均不足 200mm 。热量条件能满足一熟春小麦、油菜、青饲料的正常生长。该区是农牧过渡地带,主要种植的作物为春小麦及青稞、油菜。

该气候区内除西部的都兰、乌兰、德令哈外,东部的地形较为复杂,相对高差也较大,气候各要素的垂直变化比较明显,因而,引起农业结构和作物布局上有些差异,习惯上分为川水、浅山两种农业类型。川水实际上是指能够灌溉的地区,所以降水量虽不多,但仍然比较稳产。浅山地区与川水地区的主要不同是大部属坡地,没有灌溉条件,作物需水靠天成份比较大。

本区气象灾害频繁,尤其是春旱对没有灌溉条件的浅山地区的农业生产影响较大,所以提高抗旱防旱能力是发展农业生产的及其重要的措施;另外冰雹灾害也比较严重,各地应建立科学有效的防雹体系。

3.4 凉温干旱农业(作物)气候区(424)

该区主要分布在柴达木盆地,格尔木中东北部、都兰的西北部及大柴旦西南部和德令哈的南部的部分地区均处在该气候区。区内年平均气温在 $2\sim 5.0^{\circ}\text{C}$, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温普遍多于 2000°C ,该区内气候干燥少雨,年平均降水量在 200mm 以下甚至不足 50mm 。若有灌溉条件则适宜种植春小麦、油菜、青稞、马铃薯和蔬菜。枸杞是优势经济作物。该区干旱少雨,干旱为主要气象灾害。另外,本区纬度偏北,地形低陷,冷空气易于积聚,较易形成霜冻灾害。区内多大风,风沙危害也十分普遍。

3.5 凉温极干旱农业(作物)区(414)

格尔木西北大部、茫崖大部、冷湖大部地区均处在该气候区,该气候区地势平坦,海拔 $2700\sim 2900\text{m}$ 。该区内年平均气温 $2.0\sim 5.0^{\circ}\text{C}$, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温普遍多于 2000°C ,年平均降水量不足 50mm ,热量条件尚可,水分资源严重匮乏,河湖平坦地区若有灌溉条件则适宜种植春小麦、油菜、青稞、马铃薯和蔬菜。本区内主要灾害为风沙和干旱。

3.6 冷温半湿润农牧业气候区(343)

本区包括兴海、贵德、同德、尖扎、同仁、化隆、循化、平安、乐都、民和、湟源、湟中、大通、互助、门源的部分地区。该区主要在沿湟水河、黄河、大通河等分布河谷两侧山地,海拔较各河谷谷地高,因此区内最热月平均气温较河谷谷地气温明显偏低,在 $11.5\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $1500\sim 2000^{\circ}\text{C}$,由于该区主要是山地,年平均降水量在 400mm 以上。该区水分条件较好,但热量条件一般,只能适宜种植青稞、小油菜等喜凉作物。本区内早晚霜冻为主要的农业气象灾害。同时,区内的门源境内以盛产小油菜闻名,但秋季连阴雨和冰雹灾害经常造成油菜减产。另外,大风灾害也常侵袭该区。

3.7 冷温半湿润牧林业气候区(342)

本区自北向南包括门源、大通、互助、湟源、乐都、平安、化隆、民和、尖扎、循化、同仁、贵德的少

部、海晏的南部、共和北部、贵南的大部、兴海的部分及同德、河南、班玛、玉树的部分和囊谦的一部分,为青海省农牧业的过渡地区,区内年平均气温在 $0.5\sim 4.0^{\circ}\text{C}$,最暖月平均气温在 $6.0\sim 11.5^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $1500\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。年降水量一般在 400mm 以上,该区多属林地和牧地。本区大部分地区降水量较多,热量条件尚不至于太差,宜于发展林业。

3.8 冷温半干旱农牧业气候区(333)

本气候区主要包括共和县境内青海南山以南沿沙珠玉河河谷两侧及向西北延伸到乌兰境内的希赛盆地。德令哈、格尔木、都兰、门源、大通、湟中、湟源、祁连少部分地区也属于该气候区。区内年平均气温在平均气温在 $0.5\sim 4.0^{\circ}\text{C}$,最暖月平均气温在 $11.5\sim 13.0^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $1500\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。年降水量一般在少于 400mm 。属于农牧业过渡区,热量资源及水分资源均一般。水热条件已不能满足小麦的生长,仅可种植青稞、小油菜。主要气象灾害有霜冻。

3.9 冷温半干旱牧林气候区(332)

该区主要包括共和北部、刚察南部、海晏西南部三个县接壤的大部地区,都兰中部、德令哈、格尔木、门源西部、祁连北部部分地区也属于该气候区。区内年平均气温在平均气温在 $-2\sim 4.0^{\circ}\text{C}$,最暖月平均气温在 $6.0\sim 11.5^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $1200\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。年降水量一般在少于 400mm 。热量资源及水分资源均一般。对作物来说,一般年份热量往往不足, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温普遍在 1500°C 左右,最暖月平均气温多在 11°C 以下,虽在一些地区勉强种植青稞和小油菜,但频遭霜冻危害,产量普遍较低,因此本区已不适宜农耕生产。

3.10 冷温干旱农牧业气候区(323)

本气候区主要包括大柴旦大部地区(在大柴旦境内呈西北-东南的条形分布)及格尔木西部小部分地区,天峻西北、冷湖东北也有小部分。区内年平均气温在平均气温在 $-1\sim 4.0^{\circ}\text{C}$,最暖月平均气温在 $11.5\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $1500\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。年降水量除天峻西部外一般在少于不足 100mm 。由于热量及水分资源的缺乏,大部份地区是草原与荒漠地带,主要气象灾害为干旱。

3.11 寒温湿润牧林业气候区(252)

2013年1月

本区位于青海省的东南部,包括久治、班玛两县的大部、河南南部大部,达日、甘德、泽库、循化部分地区。高寒、湿润是本区气候的基本特征。区内年平均气温 $-5\sim 2.0^{\circ}\text{C}$,局部地区高于 2°C 。 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $500\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 之间,牧草生长季大部 $100\sim 160$ 天,牧草返青期普遍在5月中旬以后;年平均降水量多在 600mm 以上,为本省降水量最多的地区。区内地势高,海拔高度平均在 4000m 以上,河流众多,高山深谷相间,自然条件复杂。区内以畜牧业为主体经济,班玛还分布有较大面积的天然森林。主要气象灾害为草原干旱和冬春季雪灾。

3.12 寒温半湿润牧林业区(242)

本区包括玉树、囊谦、杂多、河南、泽库、海晏、同德大部,刚察东北、祁连东南部分地区。门源、互助、大通、湟源、共和、乌兰、都兰、兴海、贵南等地也有分布。区内年平均温度在 $0\sim 4^{\circ}\text{C}$,最暖月平均气温在 $7\sim 11^{\circ}\text{C}$ 左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温在 $500\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 。年降水量除天峻西部外一般在 $400\sim 600\text{mm}$ 。牧草生长季 $120\sim 150$ 天,本区地势高,气温低、暖季短暂、冷季漫长,无种植业,大部作为夏季牧场放牧。主要气象灾害为春夏季草原干旱、冬春季雪灾。

4 结论与讨论

(1)建立了青海省 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温、7月平均气温、年降水量空间推算模式。其中,积温和气温模式中,要素与海拔、纬度关系很显著,经模式验证,模式模拟效果较好。降水模式通过检验,能在一定程度上反映区域降水空间分异特征,但降水受天气系统、地形等诸多因子的影响,空间分布差异大,准确模拟较为困难。后续研究应考虑天气系统、微地形对降水的影响,以提高模式准确率。

(2)结合青海省第二次气候资源区划指标,以 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温 500°C 、 1500°C 、 2000°C 、 3000°C 作为寒、冷、凉、暖一级气候区的阈值;年降水 50mm 、 200mm 、 400mm 、 600mm 定为极干、干旱、半干旱、半湿润、湿润二级气候区的阈值;选取7月平均气温 6.0°C 、 11.50°C 、 13.5°C 、 18.0°C ,作为种植青饲料、青稞或小油菜、春小麦、冬小麦三级气候区的阈值,建立了 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温、年降水、7月平均气温三级区划指标体系。研究与以往成果比较,改进了区划指

标、增加了反映自然景观、农业意义及主要作物的第三级指标,结果更客观、精细。

(3)研究中主要利用气温、降水、积温等气候资料进行了气候资源评价及农牧业生产种植建议。实际生产中,气候灾害、温度、降水等农业气候资源的保证率也是影响农牧业生产的重要因素。更符合实际,发挥农业生产防灾减灾作用的农业气候资源评价与区划应该包括以上诸因子。

参考文献(References):

- [1] 任传友,于贵瑞,刘新安,等.东北地区热量资源栅格化信息系统的建立和应用[J].资源科学,2003,25(1):66-71.
- [2] 张连强,赵有中,欧阳宗继.运用地理因子推算山区局地降水量的研究[J].中国农业气象,1996,17(2):6-10.
- [3] 刘德祥,邓振镛.甘肃省农业与农业气候资源综合开发利用区划[J].中国农业资源与区划,2000,21(5):35-38.
- [4] 吴宣进,熊安元,扬荆安,等.湖北的农业气候生产力与农业持续发展研究[J].长江流域资源与环境,1999,8(4):405-410.
- [5] 马晓群,王效瑞,徐敏,等. GIS在农业气候区划中的应用[J].安徽农业大学学报,2003,30(1):105-108.
- [6] 刘玉连,邹立尧.运用地理信息系统技术实现农业气候区划[J].黑龙江气象,2002,18(3):37-38.
- [7] 冯晓云,王建源.基于GIS的山东农业气候资源及区划研究[J].中国农业资源与区划,2005,14(2):60-62.
- [8] 白永平.青海省农业气候资源系统分析[J].干旱区地理,2000,23(2):22-23.
- [9] 颜亮东,伏洋,李凤霞,等.青海省冷凉气候资源分区及其开发利用[J].资源科学,2006,(1):157-162.
- [10] 陈芳,马英芳,李维强.青海高原太阳辐射时空分布特征[J].气象科技,2005,33(3):231-233.
- [11] 周秉荣,李凤霞,颜亮东,等.青海省太阳总辐射估算模型研究[J].中国农业气象,2011,32(4):495-500.
- [12] 钟秀丽,王道龙,赵鹏,等.黄淮麦区小麦拔节后霜冻的农业气候区划[J].中国生态农业学报,2008,16(1):11-15.
- [13] 吉中礼.对农业气候区划中水分指标的改进[J].干旱地区农业研究,1986,4(1):14-19.
- [14] 陈同英.“星座”聚类法在县级气候区划中的应用研究[J].农业技术经济,2002,(1):15-17.
- [15] 冯晓云,王建源.基于GIS的山东农业气候资源及区划研究[J].中国农业资源与区划,2005,26(2):60-62.
- [16] 权维俊,赵新平,郭文利,等.专家分类器在京白梨气候区划中的应用[J].气象科技,2007,35(6):849-853.
- [17] 谢应齐,杨子生.云南省农业自然灾害区划指标之探讨[J].自然灾害学报,1995,4(3):52-59.

Comprehensive Regionalization and Evaluation of Agroclimatic Resources for Qinghai

ZHOU Bingrong^{1,2}, HU Aijun¹, CHEN Guoqian¹, ZHANG Haijing³, HE Yunqing³, ZHANG Chengxiang³

(1. Qinghai Meteorological Science Institute, Xining 810001, China;

2. College of Earth and Environment Sciences of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

3. Key Laboratory for Preventing and Mitigating Disaster of Qinghai Province, Xining 810001, China)

Abstract: Agroclimatic resources are an important component of agricultural natural resources and usually includes heat, water and radiation factors. Under global climate change across the Qinghai Plateau, there has been a trend of increasing precipitation, temperature, and effective accumulated temperature in the growth season. In this paper, the spatial reckoning model of accumulated temperature above 0°C, average temperature in July, and annual precipitation were established from 54 weather stations in Qinghai. A spatial distribution using a 500m × 500m grid of agro-climatic resources was produced. The accumulated temperature indices, 500°C, 1500°C, 2000°C and 3000°C, were taken as first grade climate regionalization thresholds of frigid, chilly, cold, cool, and warm zones respectively. Annual precipitation indices of 50mm, 200mm, 400mm and 600mm were second grade climate regionalization thresholds for very dry, arid, semi-arid sub-humid and humid climate zones respectively. The July average temperature indices of 6.0°C, 11.5°C, 13.5°C, and 18.0°C, were the third grade climate regionalization thresholds. This index system consisted of accumulated temperature above 0°C, annual precipitation and average temperature in July. Qinghai was divided into 39 climate zones. Precipitation, temperature and other climatic characteristics of 12 climate zones were analyzed and included warm semi-arid plantation climate zone, cool semi-arid plantation climate zone, cool semi-arid plantation-husbandry climate zone, cool semi-arid husbandry-forestry climate zone, cool arid plantation climate zone, cool very arid plantation climate zone, cool sub-humid plantation and husbandry climate zone, cold sub-humid husbandry-forestry climate zone, cold semi-arid plantation-husbandry climate zone, cold arid plantation-husbandry climate zone, frigid humid husbandry-forestry climate zone, and frigid sub-humid husbandry-forestry climate zone. Suggestions of suitable crops and developmental strategies for agriculture and husbandry in different zones are discussed.

Key words: Agroclimatic resources; Regionalization; Evaluation; Qinghai