

青海省春播期气候特征及 主要气象灾害影响预估

金欣^{1,2,3}, 闫格^{1,2,3}, 李军乔^{1,2,3}, 刘丹雨¹

(1.青海民族大学生态环境与资源学院,青海 西宁 810001; 2.青藏高原种质资源研究与利用实验室,青海 西宁 810001;
3.青海省特色经济植物高值化利用重点实验室,青海 西宁 810001)

摘要:气象灾害影响春播期农业生产,监测青海主要农作物气象灾害并对其进行预估对作物生长至关重要。基于气象观测,利用归一化法、克里金插值法和层次分析模型,综合评价了青海省春播期气候特征、主要气象灾害影响区域及农作物生长情况。青海省春播期主要集中在3月中下旬—5月上旬,青稞在3月易遭受冻害,春小麦、油菜、豆类在4月上中旬易遭受冻害,玉米、马铃薯、蕨麻在4月下旬易遭受冻害。受极端气候事件影响,河湟和祁连山地区易发生旱灾,西宁市、果洛州、海北州、海南州、黄南州易发生涝灾。2021年春播期,青海省气温总体偏高,降水呈“北少南多”的趋势,春播期小麦、马铃薯、油菜、蕨麻种植区主要受干旱和冻害影响,易发生在4月,建议推迟播种、及时灌溉;青稞种植区主要受冻害或暴雨洪涝影响,冻害和暴雨洪涝分别发生3月和5月,建议关注土壤墒情、做好农田排水。青海省春播期主要气象灾害影响预估有助于有关部门及早分析研判、部署,做好播种和出苗关键期的气象保障工作。

关键词:春播;农作物;气象灾害;风险预估

中图分类号:S162 **文献标志码:**A

Climatic characteristics and impact assessment of major meteorological disasters during the spring sowing period in Qinghai province

JIN Xin^{1,2,3}, YAN Ge^{1,2,3}, LI Junqiao^{1,2,3}, LIU Danyu¹

(1. College of Ecological Environment and Resources, Qinghai Minzu University, Xining, Qinghai 810001, China;

2. Qinghai-Tibet Plateau Germplasm Resources Research and Utilization Laboratory, Xining, Qinghai 810001, China;

3. Key Laboratory of High Value Utilization of Characteristic Economic Plants in Qinghai Province, Xining, Qinghai 810001, China)

Abstract: Meteorological disasters significantly impact agricultural production during the spring sowing period, making the monitoring and prediction of such disasters for major crops in Qinghai crucial for crop growth. Based on meteorological observations, this study comprehensively analyzes the climate characteristics, major meteorological disaster-prone areas, and crop growth in Qinghai province during the spring sowing period using normalization methods, a hierarchical analysis model, and kriging interpolation. The findings indicate that the spring sowing period in Qinghai province primarily occurs from mid-to-late March to early May. Barley sown in March is highly susceptible to frost damage, while spring wheat, oilseed rape, and beans planted in early to mid-April are also vulnerable to frost. Additionally, maize, potatoes, and ferns sown in late April face a high risk of frost damage. The Hehuang and Qilianshan regions are prone to drought due to extreme weather events, while Xining, Guoluo, Haibei, Hainan, and Huangnan are more susceptible to flooding. During the 2021 spring sowing period in Qinghai province, overall temperatures were high, and precipitation followed a “less in the north and south” trend. The cultivation of wheat, potatoes, oilseed rape, and ferns was primarily affected by drought and frost damage. These adverse conditions, most likely to occur in April, necessitate delaying sowing and ensuring timely irrigation. Barley-growing are-

as, on the other hand, were mainly impacted by freezing temperatures, torrential rainfall, and flooding. These events occurred in March and May, respectively, making it essential to monitor soil moisture and implement effective farmland drainage measures. The meteorological disaster impact forecast for Qinghai province's spring sowing period provides a crucial basis for early analysis, research, and planning. It supports key agricultural activities, ensuring effective meteorological protection during sowing and seeding periods for the relevant departments.

Keywords: spring sowing; crop; meteorological hazard; risk estimation

随着气候变化多尺度、全方位、多层次的影响不断加剧,农业生产受到气象灾害的影响日益显著,农业系统的稳定性和粮食安全受到了巨大挑战。我国作为全球最大的发展中国家之一,1960—2011 年平均气温升高 2.5℃,1960—2012 年降水量增加 12%^[1]。未来气候变化对我国西部地区、长江流域粮食生产的影响相对较大,干旱、洪涝、低温等自然灾害加重造成粮食生产的不确定性增加,病菌的生长和存活率增加,病虫害发生频率上升,造成农业气象灾害,气候变化对农业领域带来了长期的挑战^[2-4]。过去几十年来,青海地区的气象灾害频率和强度呈现出一定的变化趋势,其中由温度引起的农业气象灾害包括冻害、霜冻、低温冷害等,由水分引起的灾害包括旱灾、洪灾、雹害、雪灾、连阴雨灾害等,由大风引起的大风灾害,还有些灾害是由气象因子的综合作用引起的,比如冻涝害^[5-8]等。农业气象灾害往往导致农作物生长发育受影响,尤其是春播期(3—5 月)低温、干旱、暴雨洪涝等灾害造成出苗受阻、粮食减产甚至绝收^[9-13]。理解气象灾害与气候变化之间的关联性,以及农业生产系统对这些灾害的脆弱性,对于制定有效的灾害缓解策略和提高农业系统的适应能力至关重要。通过预测未来气候可能发生的变化,评估气候变化对春播期农业生态系统稳定性、粮食生态结构和布局、农业生产成本等方面的影响,能够有效抵御气象灾害^[14-16]。然而,气象灾害预估存在一定的困难,综合分析气候变化对粮食生产的影响及探求应对气候变化的适应性对策成为当前迫切需要解决的问题。

本研究旨在深入探讨青海省春播期气象灾害的特点、趋势以及对气候变化的响应,通过对历史气象灾害的分析,试图揭示灾害发生的潜在规律,结合利用先进的监测技术提高灾害预测的准确性,以期为农业生产稳定和持续发展提供科学依据。此外,我们还关注农业生产系统的脆弱性,分析春播期不同地区典型农作物出苗、生长对气候因子变化和气象灾害的响应,以便预估青海省粮食生产适应气候变化的能力。

1 研究资料和方法

1.1 研究资料及其来源

研究数据主要包括气候特征数据、典型农作物生育时期、面积、产量等资料。日平均气温、最低气温、日降水量、降水日数等气候特征数据、主要气象灾害特征资料来源于中国气象数据网青海省 1980—2020 年数据。干旱强度资料选取青海省 10 个气象站点(大通、互助、西宁、贵德、湟中、乐都、民和、尖扎、循化、同仁) 1980—2020 年数据。青海省不同地区典型农作物生育时期数据来源于青海省农业技术推广总站 2015—2019 年资料。主要农作物种植区、面积、产量、人口密度来源于《2020 年青海省统计年鉴》中的 2015—2019 年数据。文中使用底图为青海省标准地图(审图号为 GS(2019)3266),由青海省测绘院提供。

1.2 研究方法

1.2.1 归一化计算 原始数据进行归一化后范围在 0~1 之间。归一化公式为,

$$Y = (X - MI) / (MA - MI) \tag{1}$$

式中, MI 和 MA 分别表示最小值和最大值。

1.2.2 干旱强度 基于 1980—2020 年青海省农作物主要种植区 10 个气象站逐日气象资料,根据国家标准 GB/T20481-2017 气象干旱等级气象中改进的逐日气象干旱综合指数(MCI , meteorological drought composite index)指数,计算公式为:

$$MCI = K_a(aSPIW_{60} + bMI_{30} + cSPI_{90} + dSPI_{150}) \tag{2}$$

式中, $SPIW_{60}$ 计算方法是对 60 天时间尺度内逐日降水量的加权累计降水量进行标准化处理得到的指数,称为近 60 天标准化权重降水系数; MI_{30} 表示月尺度的降水量与同期潜在蒸散量之差除以同期潜在蒸散量得到的指数,称为近 30 天标准化权重降水系数; SPI_{90} 和 SPI_{150} 分别称为近 90 天和 150 天标准化降水指数,分别表征 90 天和 150 天时间尺度降水量服从 Γ 概率分布,对其经过正态标准化处理得到的指数; a 、 b 、 c 、 d 分别为以上四个指标对应的经验系数,随地区和季节变化调整,分别取值 0.3、0.5、0.3、0.2; K_a 为季节调节系数,春播期取值为 0。根据

MCI 计算结果,将气象干旱等级划分为无旱 ($MCI>-0.5$)、轻旱 ($-1.0<MCI\leq-0.5$)、中旱 ($-1.5<MCI\leq-1.0$)、重旱 ($-2.0<MCI\leq-1.5$) 和特旱 ($MCI\leq-2.0$)。干旱强度是指一次干旱过程内累计的轻旱及以上等级 *MCI* 指数之和,计算公式为

$$D(k)=\sum_{i=1}^k I_i$$

(3)

式中, k 为一次干旱过程内的干旱天数; I_i 为第 i 天 *MCI* 指数, $1\leq i\leq k$ 。

1.2.3 农业分区气象灾害风险预估 基于青海省主要农作物种植区致灾因子危险性、脆弱性、春季预测等数据,采用层次分析法确定用于计算不同气象灾害风险的影响因子权重^[17]。模型建立如表 1 所示。

目标层、准则层计算公式为指标归一化值乘以权重之和,以干旱灾害风险为例,致灾因子危险性 A_1 :

$$A_1=A_4\times0.63+A_5\times0.37$$

(4)

式中, A_1 为干旱致灾因子危险性数值; A_4 和 A_5 为

干旱强度和日平均降水;数字为权重。

脆弱性 A_2 的计算公式为:

$$A_2=A_6\times0.54+A_7\times0.27+A_8\times0.19$$

(5)

式中, A_2 为干旱灾害脆弱性; A_6 、 A_7 、 A_8 分别为干旱灾害频度、农作物产量、人口密度;数字为权重。

春季预测 A_3 的计算公式为:

$$A_3=A_9\times0.63+A_{10}\times0.37$$

(6)

式中, A_3 为春季预测; A_9 和 A_{10} 分别为降水预测和气温预测;数字为权重。

干旱灾害风险预估是干旱致灾因子危险性、干旱灾害脆弱性和春季预测共同作用的结果,其值越大,则预估灾害风险程度越大。干旱灾害风险预估通过计算得出的综合指数来表征,干旱灾害风险预估 A 的计算公式为:

$$A=A_1\times0.53+A_2\times0.33+A_3\times0.14$$

(7)

式中, A_1 为干旱灾害风险预估; A_2 、 A_3 、 A_4 分别为干旱致灾因子危险性、干旱灾害脆弱性、春季预测;数字为权重。

表 1 气象灾害风险预估模型

Table 1 Prediction model of meteorological disaster risk

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	因子层 Factor layer	目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	因子层 Factor layer	目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	因子层 Factor layer
A	A1 (0.53)	A4 (0.63)	B	B1 (0.53)	B4 (0.63)	C	C1 (0.53)	C4 (0.63)
		A5 (0.37)			B5 (0.37)			C5 (0.37)
		A6 (0.54)			B6 (0.54)			C6 (0.54)
	A2 (0.33)	A7 (0.27)		B2 (0.33)	B7 (0.27)		C2 (0.33)	C7 (0.27)
		A8 (0.19)			B8 (0.19)			C8 (0.19)
		A9 (0.63)			B9 (0.63)			C9 (0.63)
	A3 (0.14)	A10 (0.37)		B3 (0.14)	B10 (0.37)		C3 (0.14)	C10 (0.37)

注: A 为干旱灾害风险预估, B 为冻害灾害风险预估, C 为暴雨洪涝灾害风险预估; A_1 为干旱致灾因子危险性, A_2 为干旱脆弱性, A_3 为干旱春季预测, A_4 为干旱强度, A_5 为日平均降水量, A_6 为干旱灾害频度, A_7 为农作物产量, A_8 为人口密度, A_9 为降水预测, A_{10} 为气温预测; B_1 为干旱致灾因子危险性, B_2 为冻害脆弱性, B_3 为冻害春季预测, B_4 为最低气温, B_5 为日平均气温, B_6 为冻害灾害频度, B_7 为农作物产量, B_8 为人口密度, B_9 为气温预测, B_{10} 为降水预测; C_1 为冻害致灾因子危险性, C_2 为暴雨脆弱性, C_3 为暴雨春季预测, C_4 为 $\geq 10\text{mm}$ 降水日数, C_5 为日平均降水量, C_6 为暴雨灾害频度, C_7 为农作物产量, C_8 为人口密度, C_9 为降水预测, C_{10} 为气温预测。

Notes: A is drought disaster risk estimation, B is freezing disaster risk estimation, C is rainstorm flood disaster risk estimation; A_1 is drought hazard factor risk, A_2 is drought vulnerability, A_3 is drought spring prediction, A_4 is drought intensity, A_5 is daily average precipitation, A_6 is drought disaster frequency, A_7 is crop yield, A_8 is population density, A_9 is precipitation prediction, A_{10} is temperature prediction; B_1 is drought hazard factor risk, B_2 is freezing hazard vulnerability, B_3 is freezing hazard spring prediction, B_4 is minimum temperature, B_5 is daily average temperature, B_6 is freezing hazard frequency, B_7 is crop yield, B_8 is population density, B_9 is temperature prediction, B_{10} is precipitation prediction; C_1 is freezing hazard factor risk, C_2 is rainstorm vulnerability, C_3 is rainstorm spring forecast, C_4 is $\geq 10\text{mm}$ precipitation days, C_5 is daily average precipitation, C_6 is rainstorm disaster frequency, C_7 is crop yield, C_8 is population density, C_9 is precipitation forecast, C_{10} is temperature forecast.

3 结果与分析

3.1 青海省主要作物种植区、春播期及灾害类型

青海省主要种植作物有小麦、青稞、马铃薯、油菜、玉米、蚕豆、蕨麻等。小麦、马铃薯、油菜主要分布在西宁市和海东市,青稞主要分布在海南州、海

北州和玉树州,蕨麻种植区主要分布在西宁市、海北州、海南州和海西州。本研究主要评估的作物种植区覆盖青海省全境,包括互助县、大通县、湟中县等 30 个县(区)(图 1,见 274 页)。青海东部川水地区春小麦和豆类于 3 月上旬开始播种,川水、浅山地区春小麦、青稞、甘蓝型油菜和豆类于 3 月中旬

开始播种,脑山地区农作物于3月下旬~5月进行播种。不同农作物春播期也有差异,马铃薯、白菜型油菜、玉米和蕨麻播种较晚,于4月中旬陆续开始播种(表2)。

表2 青海省主要作物播种期
Table 2 Sowing date of main crops in Qinghai province

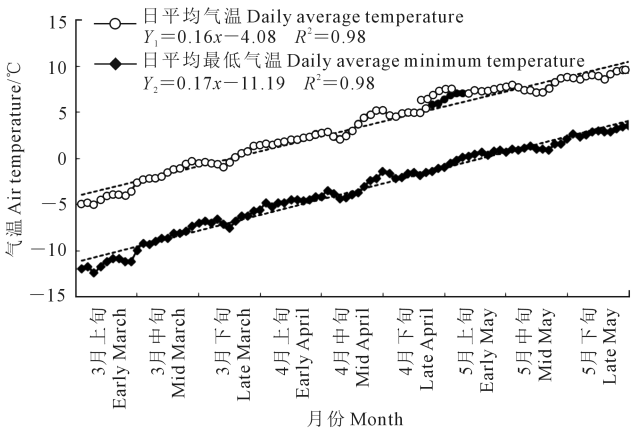
作物 Crop	川水地区 River water area	浅山地区 Shallow mountain area	脑山地区 Deep mountain area
春小麦 Spring wheat	2月下旬~3月中旬 Late February to mid March	3月中下旬 Mid to late March	3月下旬~4月上旬 Late March to early April
青稞 Barley	3月中旬 Mid March	3月下旬 Late March	4月上旬 Early April
马铃薯 Potato	4月下旬 Late April	4月下旬 Late April	5月上旬 Early May
甘蓝型油菜 <i>Brassica napus</i>	3月中下旬 Mid to late March	3月中下旬 Mid to late March	4月上旬 Early April
白菜型油菜 <i>Brassica campestris</i>	4月下旬 Late April	4月下旬 Late April	5月上旬 Early May
蚕豆 Broad bean	3月上中旬 Mid to early March	3月下旬 Late March	4月上旬 Early April
豌豆 Pea	3月中旬 Mid March	3月中下旬 Mid to late March	4月上旬 Early April
玉米 Maize	4月中旬 Mid April	5月上旬 Early May	5月上旬 Early May
蕨麻 Juema	4月中旬 Mid April	4月中旬 Mid April	5月上旬 Early May

3.2 春播期气候特征

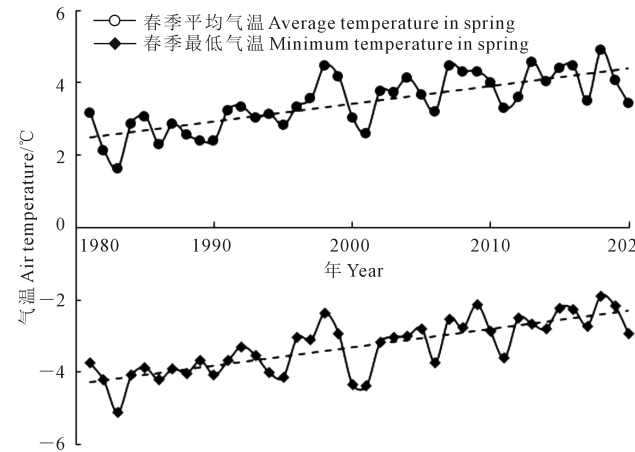
春播期(3—5月)对农作物生长的主要影响因素是气温和降水。1980—2020年,青海省春播期平均气温3.5℃,平均最低气温-3.3℃,两者均随时间推移呈升高趋势,升温速率均为0.5℃·10a⁻¹,2000年后升温尤为明显(图2)。日平均降水量为0.8mm,总体呈增多趋势,增幅为0.03mm·10a⁻¹,2003年后增多趋势尤为明显。各月降水量也呈增加趋势,其中5月降水量增加最为明显(图3a)。结合春播期作物生长特性、气温和旱涝特征进行分析,青稞在3月易遭受冻害,春小麦、油菜、豆类在4月上旬和中旬易遭受冻害,玉米、马铃薯在4月下旬易遭受冻害。干旱强度较高的地区主要集中在尖扎县、循化县、贵德县、民和县、互助县、同仁市、乐都区、湟中区、同德县、祁连县等地(图3c)。≥10mm降水日数较多地区主要集中在湟中县、大通县、班玛县、门源县、互助县、贵南县、西宁市、湟源县、同仁市、化隆县、河南县、民和县等地(图3d)。干旱强度和≥10mm降水日数之间存在负相关关系,干旱强度的高值区集中在青海东部,≥10mm降水日数高值区集中在青海东部和南部,说明青海东部作为青海省主要的农业区,干旱和暴雨洪涝都会影响春播期农作物生长。另外,青南地区的农作物主要受暴雨洪涝灾害的影响。

3.3 主要气象灾害特征

青海省近20年春播期共发生气象灾害98起,年均5起(表3)。春播期农业气象灾害主要为干旱、冻害和暴雨洪涝,这与春播期农作物可能遭受的气象灾害类型一致,尤其是5月灾害发生次数最多。其中,干旱和冻害主要影响互助、民和、贵德、大通和德令哈地区。暴雨洪涝主要影响海东、海南以及海晏、都兰、尖扎、称多等地区(图4)。



(a) 春季多年日平均气温和月平均最低气温
Daily average temperature and daily average minimum temperature in spring



(b) 春季平均气温和最低气温
Average temperature and minimum temperature in spring

注:春季指3—5月,虚线表示变化趋势。

Note: Spring refers to the months of March to May, with dashed lines indicating the trend of change.

图2 青海省1980—2020年春季平均气温和最低气温变化曲线

Fig.2 Daily average temperature and minimum temperature change curve in Qinghai province in 1980—2020

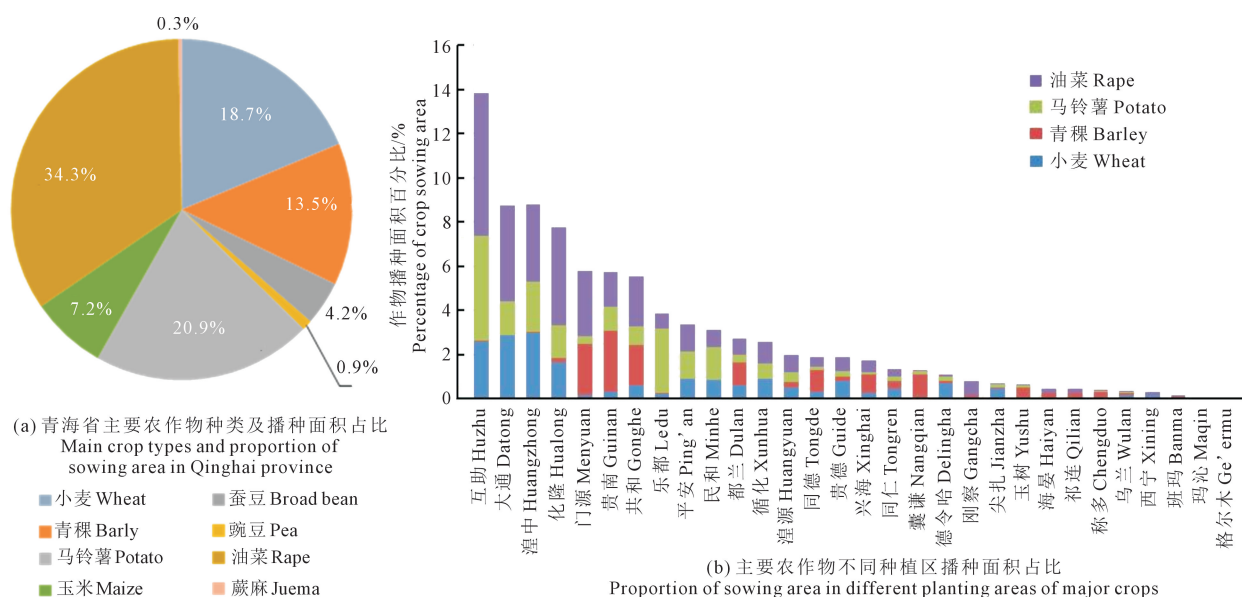


图 1 青海省主要农作物种类及其占比及主要农作物不同种植区播种面积占比

Fig.1 Proportion of main crop types in Qinghai province and sown area of main crop planting areas

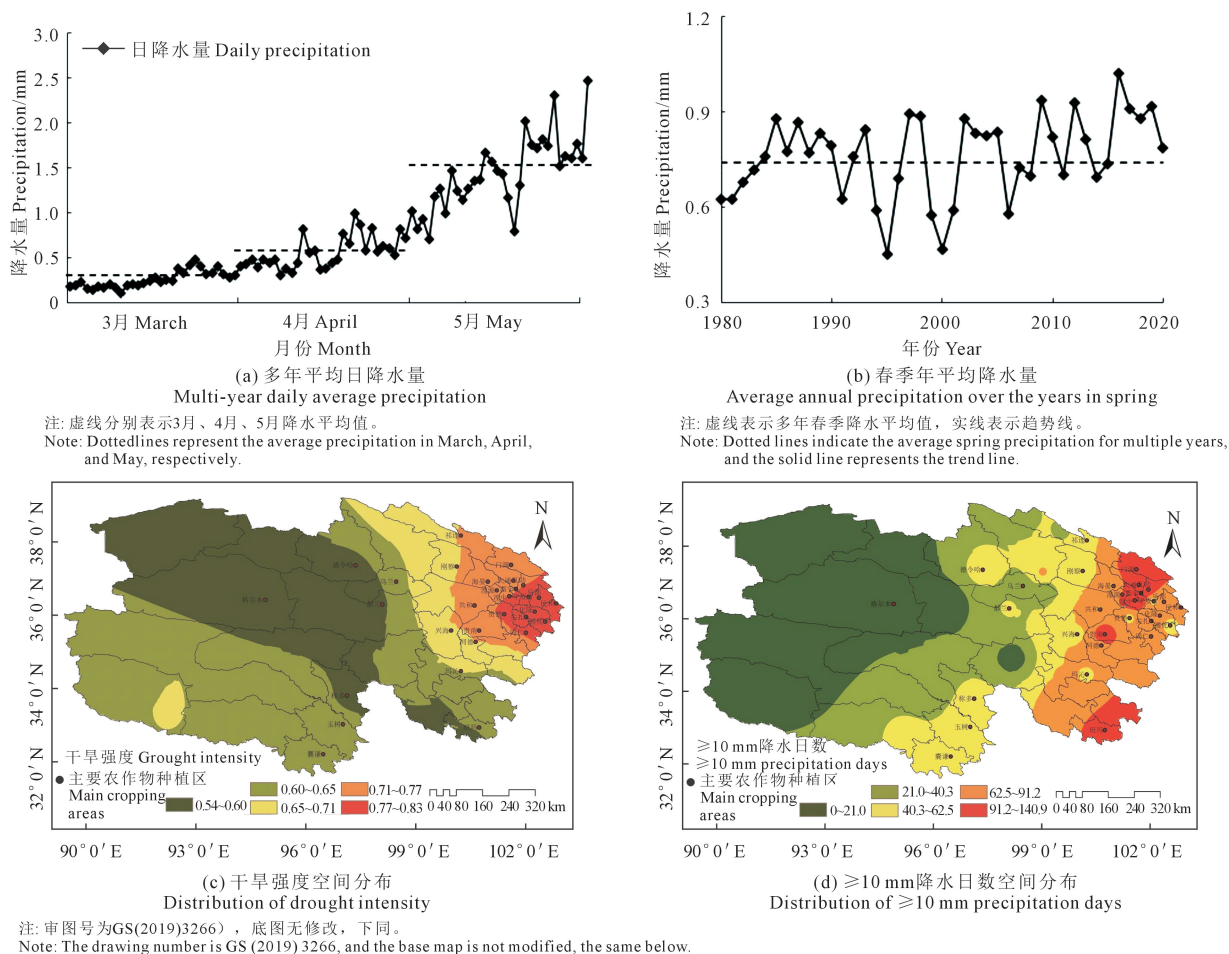


图 3 青海省日降水量、年降水量及干旱强度、 ≥ 10 mm 降水日数空间分布

Fig.3 Daily precipitation, yearly precipitation, spatial distribution of drought intensity, and ≥ 10 mm precipitation days in Qinghai province

3.4 2021 年春播期主要气象灾害风险预估

青海省 2021 年春播期平均气温与历年同期相比,青南地区及西宁平均气温正常略高,省内其余地区偏高 1.5~2.2℃。降水量呈“北少南多”特征,与历年同期相比,五道梁、沱沱河、海晏及玉树北部、海西东部降水正常略多,黄南大部、海南南部、果洛北部偏多 30%~45%,海东东北部、海西中西部偏少 35%~55%,省内其余地区偏少 20%~25%。综合青海省作物种植区、春播期灾害特征及气候预测分析,西宁、大通、湟中、湟源、民和、乐都、平安、互助、循化、化隆、尖扎、贵德、门源、祁连、刚察、格尔木、德令哈、乌兰发生干旱灾害风险较高;同仁、共和、贵南、同德、兴海、海晏、都兰、玛沁、班玛、玉树、称多、囊谦发生暴雨洪涝灾害风险较高;西宁、大通、湟中、湟源、互助、共和、贵南、兴海、门源、祁连、海晏、德令哈、刚察、都兰、玛沁、称多发生冻害风险较高(表 4、图 5)。

4 讨 论

春播期良好的水热条件有利于作物播种出苗,青海高原温度处于较低水平时,土壤孔隙水中的电离度、电导率和电解质的溶解度都比较低,土壤墒情不利于农作物生长,低温冻害对作物生长发育影

响较大,青海东部和南部地区农作物出现冻害的风险较高^[18-20],影响的作物主要是小麦、马铃薯、油菜、青稞,这与马占良等^[18]和罗生洲等^[19]的研究结果一致。冻害发生时,春小麦处在抗寒力剧降的分蘖、拔节生长发育期,青稞在灌浆~乳熟期,危害较重,造成严重减产;马铃薯、青稞正值苗期,造成出苗不齐、缺苗断垄,生长危害严重。根据气候预测,2021 年春季气温与往年同期相比普遍偏高,气候变暖影响初、终霜冻期和无霜期变化。初霜冻出现日期明显推迟,终霜冻出现日期提前,无霜期延长^[21]。一方面,作物生长期气温升高可为农牧业生产提供更好的基础条件,早霜冻的危害减轻,生长发育进程加快,有利于作物生长期延长、农牧业产量稳定,但也导致病虫害发育、繁殖和存活增加、晚霜冻危害加重等不利影响。因此,各地应同时加强春播期农作物田间监测,加强病虫害和低温冻害预警。

旱涝特征变化决定着土壤通气状况、氧化还原电位、离子浓度、活度以及微生物的活动状况等,使土壤中形成氧浓度差和盐浓度差,直接影响农作物正常生长^[22]。2021 年春季青海省降水总体呈北少南多的趋势,作物需水不足时易使土壤失墒速度加快而出现阶段性旱情,尤其东部农业区出现干旱灾害的风险较高,对农作物特别是旱地作物生长发育

表 3 春播期主要气象灾害特征			
Table 3 Characteristics of main meteorological disasters in spring sowing period			
灾害种类 Disaster type	占春播期灾害总数的比例 Proportion of total disasters during the spring sowing period/%	发生时段(月) Time period of occurrence(m)	主要地区 Main region
暴雨洪涝 Rainstorm and flood	29.6	3~5	海南、果洛、玉树 Hainan, Guoluo, Yushu
雪灾 Snow disaster	24.5	1~4	海南、海东、海西 Hainan, Haidong, Haixi
干旱 Drought	9.2	3~5	果洛、海东、海南 Guoluo, Haidong, Hainan
大风 Gale disaster	9.2	2~5	果洛、玉树、海北 Guoluo, Yushu, Haibei
冻害 Freeze injury	8.2	4~5	海东、海西、海南、西宁 Haidong, Haixi, Hainan, Xining
雷电 Lightning disaster	8.1	5~9	黄南、玉树、海南、果洛 Huangnan, Yushu, Hainan, Guoluo
冰雹 Hail disaster	6.1	4~5	海东、海南、黄南 Haidong, Hainan, Huangnan
低温冷害 Low temperature damage	5.1	2~5	海东、西宁 Haidong, Xining

表 4 春播期灾害风险高风险地区统计	
Table 4 Statistics of high-risk areas of disaster risk in spring sowing period	
灾害种类 Disaster type	风险区 Risk zone
干旱 Drought	西宁、大通、湟中、湟源、民和、乐都、平安、互助、循化、化隆、尖扎、贵德、门源、祁连、刚察、格尔木、德令哈、乌兰 Xining, Datong, Huangzhong, Huangyuan, Minhe, Ledu, Ping'an, Huzhu, Xunhua, Hualong, Jianzha, Guide, Menyuan, Qilian, Gangcha, Ge'ermu, Delingha, Wulan
暴雨洪涝 Rainstorm and flood	同仁、共和、贵南、同德、兴海、海晏、都兰、玛沁、班玛、玉树、称多、囊谦 Tongren, Gonghe, Guinan, Tongde, Xinghai, Haiyan, Dulan, Maqin, Banma, Yushu, Chengduo, Nangqian
冻害 Freeze injury	西宁、大通、湟中、湟源、互助、共和、贵南、兴海、门源、祁连、海晏、德令哈、刚察、都兰、玛沁、称多 Xining, Datong, Huangzhong, Huangyuan, Huzhu, Gonghe, Guinan, Xinghai, Menyuan, Qilian, Haiyan, Delingha, Gangcha, Dulan, Maqin, Chengduo

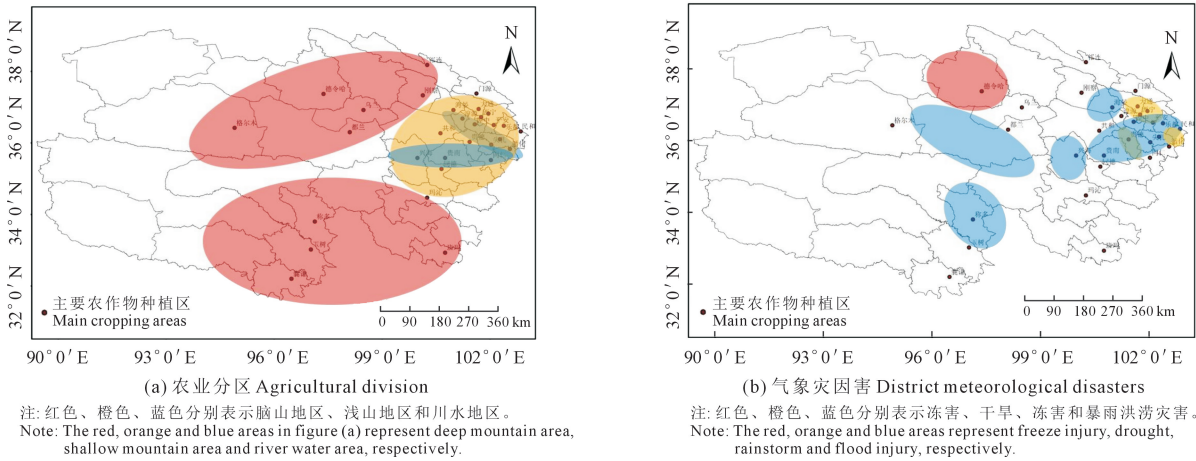
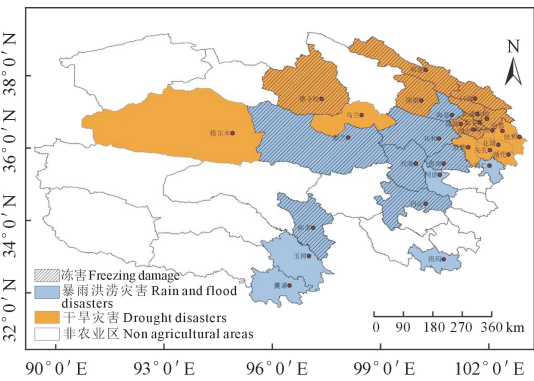


图 4 青海省农业分区及主要气象灾害

Fig.4 Agricultural division and main meteorological disasters in Qinghai province



不利^[23]。这与刘蕾^[5]的研究结果一致。干旱灾害影响的作物主要是小麦、马铃薯、油菜、蕨麻。旱情严重时,小麦缺苗断垄,幼叶过早枯黄,成穗率与结实率大幅下降,生育时期明显缩短,造成较大减产^[24];马铃薯植株矮小,叶片失水、变黄,严重萎焉,个别地块植株陆续枯死,造成马铃薯块茎数量减少,小薯率增加,减产 30%~50%^[25];油菜主花序生长点死亡,浅山地区油菜缺苗断垄严重,花序和花期缩短,影响角果形成,结荚率降低^[26];蕨麻出苗缓慢,叶片枯黄,消耗地下块根营养用于地上部生长,严重影响后期匍匐、膨大生长^[27]。随着气温升高,积雪融化,加之降水增加,青南地区可能会出现不同程度的暴雨洪涝灾害^[18],暴雨洪涝灾害主要影响作物是青稞。暴雨洪涝灾害导致青稞成熟期延迟,生育时期缩短,粮食减产^[27]。除了主要影响青海地区农作物生长的冻害、干旱、暴雨洪涝灾害外,阶段性的冰雹、大风灾害也会严重影响作物的生长发育、产量和品质。建议相关部门结合地方农业生产

实际,积极采取措施,安排部署春播期气象服务保障工作,最大限度减轻气象灾害对农业生产造成的影响。

5 结 论

- 1)2021 年春播期,青海省气温总体偏高,降水呈“北少南多”的趋势。
- 2)青海省作物主要受干旱、暴雨洪涝、冻害影响,其中小麦、马铃薯、油菜种植区主要受干旱和冻害影响,易发生在 4 月,包括湟中、大通、互助、乐都、化隆等地;青稞种植区主要受冻害或暴雨洪涝影响,冻害易发生在 3 月,包括共和、门源、湟源、祁连、海晏等地,暴雨洪涝易发生在 5 月,包括贵南、囊谦、都兰、同德、兴海等地。
- 3)青海省属于高海拔地区,应充分考虑土壤墒情,结合气候条件、农作物特性、土壤性质进行农业气象灾害风险预估,做好气象灾害风险普查和预警工作,建立农业气象灾害防御体系。根据青海春播期主要农作物气象灾害影响预估,相关部门及早研判、部署,做好春季作物播种~出苗关键期气象灾害防御工作。

参 考 文 献:

[1] 刘景鹏. 中国区域气温和降水月尺度可预报性的时空分布特征 [D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2014.

LIU J P. Spatiotemporal distribution of the monthly temperature and precipitation predictability limit in China[D]. Beijing: Chinese Academy of Meteorological Sciences, 2014.

[2] 陈敏鹏, 李玉婷, 代晶晶. 气候变化对“一带一路”主要地区的影响及其适应技术需求[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2021, 51 (4): 643-654.

CHEN M P, LI Y T, DAI J J. Climate change impacts on major regions along the belt and road and technology need for adaptation[J].

Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2021, 51 (4): 643-654.

[3] 郝帅, 宋艳玲, 孙爽, 等. 气候变化对青藏高原青稞生产影响的研究综述[J]. 中国农业气象, 2023, 44(5): 398-409.

HAO S, SONG Y L, SUN S, et al. Review on the impacts of climate change on highland barley production in Tibet Plateau [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2023, 44(5): 398-409.

[4] 周文魁. 气候变化对中国粮食生产的影响及应对策略[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.

ZHOU W K. The impact of climate change on China's grain production and coping strategies[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2012.

[5] 刘蕾. 气候变化对青海省东部农业区气象干旱的影响研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.

LIU L. The Impact of meteorological drought in Qinghai Province agricultural regions in the east on climate variation[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2015.

[6] 任杰, 王明磊. 农业气象灾害对农作物的影响分析[J]. 河北农机, 2023, (17): 151-153.

REN J, WANG M L. Analysis of the impact of agrometeorological disasters on crops[J]. Hebei Farm Machinery, 2023, (17): 151-153.

[7] 伊俊兰, 祁栋林, 许雪莲, 等. 1961-2019年青海省气候生产潜力时空演变特征[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(20): 234-242.

YI J L, QI D L, XU X L, et al. The temporal and spatial evolution characteristics of climate production potential in Qinghai Province from 1961 to 2019 [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2021, 49(20): 234-242.

[8] 陈芳, 汪青春, 殷万秀. 青海省近45年霜冻变化特征及其对主要作物的影响[J]. 气象科技, 2009, 37(1): 35-41.

CHEN F, WANG Q C, YIN W X. Characteristics of frost variation in recent 45 years over Qinghai Province and its impact on major crops [J]. Meteorological Science and Technology, 2009, 37(1): 35-41.

[9] 张有菊, 王光辉, 鲁元. 春季气象条件对农业生产的影响[J]. 安徽农学通报, 2023, 29(20): 128-131.

ZHANG Y J, WANG G H, LU Q. The impact of meteorological conditions on agricultural production in spring[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2023, 29(20): 128-131.

[10] 李伟元. 青海海东平安区2022年干旱高温天气对农作物的影响[J]. 农业工程技术, 2023, 43(1): 105-106.

LI W Y. The impact of drought and high temperature weather on crops in Haidong Ping'an District of Qinghai Province in 2022[J]. Applied Engineering Technology, 2023, 43(1): 105-106.

[11] 张卓珺. 干旱气候对农业生产的影响及气象服务对策[J]. 农业灾害研究, 2022, 12(2): 128-130.

ZHANG Z J. The influence of arid climate on agricultural production and meteorological service countermeasures [J]. Journal of Agricultural Catastrophology, 2022, 12(2): 128-130.

[12] 李超, 李斌. 高温天气对农作物的影响分析[J]. 农技服务, 2017, 34(19): 156.

LI C, LI B. Analysis of the impact of high temperature weather on crops[J]. Agricultural Technology Service, 2017, 34(19): 156.

[13] 王纯枝, 郑昌玲, 张艳红, 等. 2022年春季气象条件对农业生产的影响[J]. 中国农业气象, 2022, 43(8): 670-673.

WANG C Z, ZHENG C L, ZHANG Y H, et al. Influence report of weather on agricultural production in spring 2022[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2022, 43(8): 670-673.

[14] 侯慧杰. 新疆棉花生育时期气象灾害对棉花生长的影响及应对措施研究[J]. 农业灾害研究, 2023, 13(1): 22-24.

HOU H J. Impact of meteorological hazards growth and response measures during the cotton fertility period in Xinjiang[J]. Journal of Agricultural Catastrophology, 2023, 13(1): 22-24.

[15] 谭方颖, 赵晓凤, 郑昌玲, 等. 2021年春季气象条件对农业生产的影响[J]. 中国农业气象, 2021, 42(7): 616-619.

TAN F Y, ZHAO X F, ZHENG C L, et al. The impact of meteorological conditions on agricultural production in the spring of 2021[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2021, 42(7): 616-619.

[16] 桑婧. 近30年中国主要农业气象灾害典型场时空格局及干旱风险评估[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2018.

SANG J. Spatial-temporal pattern and drought risk assessment of typical fields of major agricultural meteorological disasters in China in the past 30 year[D]. Nanjing: Nanjing University of Information Science & Technology, 2018.

[17] 蔡忠周, 胡亚男, 金欣. 基于层次分析模型的西宁地区雷电灾害风险区划[J]. 中国农学通报, 2020, 36(15): 74-80.

CAI Z Z, HU Y N, JIN X. Risk zoning of regional lightning disaster in Xining based on analytic hierarchy process model[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2020, 36(15): 74-80.

[18] 马占良, 刘彩红. 青海省气候特征及气象灾害[M]. 北京: 气象出版社, 2022.

MA Z L, LIU C H. Climate characteristics and meteorological disasters in Qinghai Province [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2022.

[19] 罗生洲, 汪青春, 戴升. 青海省气象灾害的若干气候特征分析[J]. 冰川冻土, 2012, 34(6): 1380-1387.

LUO S Z, WANG Q C, DAI S. An analysis of climate characteristics of meteorological disasters in Qinghai Province[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2012, 34(6): 1380-1387.

[20] 刘文军, 韩辉福. 乐都区大樱桃种植的气候条件和主要气象灾害分析[J]. 青海气象, 2016, (2): 46-48.

LIU W J, HAN H F. Analysis of climatic conditions and main meteorological disasters of cherry planting in Ledu District[J]. Journal of Qinghai Meteorology, 2016, (2): 46-48.

[21] 赵海玲, 杨璐, 赵全宁. 近60年青海省东部农业区霜冻特征分析及其影响[J]. 农业灾害研究, 2023, 13(9): 186-188.

ZHAO H L, YANG L, ZHAO Q N. Analysis of frost characteristics and its impact in the agricultural region of eastern Qinghai Province in the last 60 years [J]. Journal of Agricultural Catastrophology, 2023, 13(9): 186-188.