

拉萨市冬小麦不同降水年型降水量及需水量特征

侯亚红¹, 达娃卓玛^{2*}

(1. 西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所, 西藏 拉萨 850032; 2. 西藏自治区农牧科学院农业研究所, 西藏 拉萨 850032)

摘要: 本文基于2014—2020年西藏自治区拉萨市7年冬小麦生育期内降水和土壤水分数据, 利用作物—土壤水量平衡公式的方法, 研究了拉萨市不同降水年型冬小麦在相同灌水量的条件下年冬小麦降水量及需水量特征, 计算出不同年型冬小麦灌溉需水量。

关键词: 冬小麦; 耗水量; 降水量; 拉萨

中图分类号: S512.1+1

文献标志码: A

Characteristics of Annual Precipitation and Water Requirement of Winter Wheat in Lhasa

HOU Ya-hong¹, Dawazhuoma^{2*}

(1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China; 2. Institute of Agriculture, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China)

Abstract: Based on the data of rainfall and soil moisture during the 7-year winter wheat growing period in Lhasa of Tibet Autonomous Region from 2014 to 2020, the method of crop-soil water balance formula was used, and the characteristics of annual precipitation and water requirement of winter wheat in different precipitation years in Lhasa were studied under the same irrigation amount. Then, irrigation water requirement of winter wheat in different precipitation years was calculated.

Key Words: winter wheat; water requirement; precipitation; Lhasa

作物全生育期需水量受许多因素的影响, 如气候、土壤、作物品种和农业技术措施等。但从水分平衡的角度, 作物需水量与作物生育期间灌水量、降水量和冬小麦的土壤贮水量相关。由此可见, 除了灌溉外, 降雨对作物需水量也是有影响的^[1]。因此, 明确作物有效降雨量和需水量等水资源指标的变化特征, 对合理利用降水资源、提高农业水资源利用率等都具有现实意义^[2]。西藏部分农区农田灌溉条件较差, 作物产量的变化主要随降水的变化而变化, 降水是制约作物产量高低的重要因子^[3]。本文以拉萨市冬小麦各年型在相同的灌水前提下, 利用作物—土壤水分平衡公式的方法, 在

冬小麦需水规律研究的基础上系统分析了不同年型降水特征下的冬小麦需水量及灌溉需水量。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2013年10月至2020年7月在西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所灌溉试验场进行。该试验场位于拉萨河谷谷地, 为河滩地, 土层厚度为40 cm, 土壤质地为砂壤土, 土壤肥力中等, 田间持水量为20.41%, 土壤容重1.45 g/cm³。试验地属内陆高原半干旱气候区, 雨热同季。据拉萨市气象站资料, 平均温度为7.6℃, 多年月平均最高气温10.1℃, 月平均最低气温-9.7℃。年平均降雨量428.9 mm, 雨季主要集中在6—9月, 降雨量占年降水量的80%~90%以上。多年平均蒸发量2 355.6 mm。

收稿日期: 2021-01-05

作者简介: 侯亚红(1976-), 女, 硕士研究生, 副研究员, 主要从事农业节水灌溉, E-mail: 13322582680@163.com; *为通讯作者: 达娃卓玛(1970-), 女, 本科, 副研究员, 主要从事农田水利, E-mail: 15514872792@qq.com。

1.2 试验设计

供试小麦品种为藏冬20,播种时间为10月初,条播,每667 m²播种量14 kg,翌年7月中下旬收获。试验地施有机肥1 000 kg/667 m²。播前每667 m²施底肥尿素15 kg+磷酸二铵15 kg。生育期内视作物实际生长情况定量追施尿素2次,每次5 kg/667 m²。冬小麦小区规格为3.0 m×5.5 m,各小区之间设预制混凝土隔离带。灌水量用水表计量测定;降水量等气象资料利用田间自动气象站进行观测。冬小麦生育期灌溉见表1。

表1 冬小麦生育期及灌溉情况

生育期	日期	天数	灌溉情况
播种-越冬	10月8日至11月20	45	无
越冬-返青	11月21至3月10	120	灌溉
返青-拔节	3月11日至4月19日	39	灌溉
拔节-抽穗	4月20日至5月16日	26	灌溉
抽穗-灌浆	5月17日至6月15日	24	灌溉
灌浆-成熟	6月16日至7月28日	43	无

拉萨市冬小麦全生育期约为300 d,全年灌水量为420 m³/667 m²。灌水分布时间为播种水、越冬水、返青水、拔节水、抽穗水和灌浆水,根据当年冬小麦土壤水分状况,灌水7~9次,每次灌水量为50~70 m³/667 m²。

1.3 研究方法

作物需水量指作物在整个生育期中需要的水量,是农业用水量的重要组成部分。目前国内外计算作物需水/耗水的方法有以下几种:水量平衡法、蒸渗仪测定法、彭曼公式法、波文比—能量平衡法、遥感方法。其中,蒸渗仪测定法精确度较高,但大型蒸渗仪造价比较昂贵,其总体数量的相对不足制约着使用该法获得数据的普遍性。波文比法的结果偏低、精度下降。彭曼公式法是世界上应用比较普遍的估算蒸散值的标准方法,但计算起来参数较多,计算比较复杂。由于水量平衡法原理明确,适用性强,得到了广泛应用^[4-7]。

旱地作物的需水量即为作物消耗的水量,作物耗水量是指在水分供应充足,不影响作物生长发育的情况下,作物对水分的需求量,即农田需水量,其计算方法主要根据农田水量平衡法公式:

$$ET=P_e+I+R-\Delta W$$

(1)

式中, ET 为作物耗水量(mm); P_e 为有效降雨量(mm); I 为灌溉量(mm),不灌处理 $I=0$; R 为地下水补给量,地下水较深,其补给量可忽略不计。 ΔW 为试验时段末与时端初土壤贮水量之差,即 $\Delta W=S_{A2}-S_{A1}$, (S_{A1} 为时段初土壤贮水量, S_{A2} 为时段末土壤贮水量,单位:mm)。降水量 P 和灌溉量 I 由雨量计和水表直接测得,土壤贮水量的变化量 ΔW 代表降水或灌溉后水分的增加,或蒸腾蒸发作用导致水分的损失,可由土壤称重法测定计算 ΔW ,从而可求得农田耗水量。

2 结果与分析

2.1 拉萨市2014—2020年降水量变化分析

拉萨属半干旱气候,降水比较紧缺,多集中在6—9月。拉萨市冬小麦需水量试验从2013年10月至2020年共开展了7年。表2为2014—2020年共计7年的拉萨市冬小麦生育期降雨量记录,拉萨市冬小麦生育期降水量为125.9~275.8 mm,只占全年降水量的37.0%~43.2%。降雨多集中在冬小麦灌浆期后,降水占比为全生育期的57%;抽穗至灌浆期有少量分布(27.7%),其他时期降雨量零星分布。

表2 拉萨市冬小麦2014—2020年生育期降水量 mm

年份	播种- 越冬	越冬- 返青	返青- 拔节	拔节- 抽穗	抽穗- 灌浆	灌浆- 成熟	全生 育期	年降 水量
2014	41.4	0	5.7	15.5	10.3	202.9	275.8	637.8
2015	0	13.6	0	7.7	0	104.6	125.9	340.0
2016	0	0	0		78.7	174.1	252.5	447.0
2017	0	0	0	5.6	34.2	223.9	263.8	552.0
2018	0	0	0	10.1	66.3	145.3	221.7	538.0
2019	0	6.8	0	5.9	16.3	159.3	188.3	491.0
2020	6.6	0	0	0	41.2	181.5	229.3	427.0

根据拉萨市近30年的降雨量将拉萨市降水年型划分为干旱年、平常年和丰水年。将降水保证率低于25%的年份定义为湿润年份,降水保证率在26%~75%的年份定义为正常年份,降水保证率在76%及以上的为干旱年份,即年降水量高于537 mm的年份定义为湿润年份,年降水量359.8~573 mm的年份定义为正常年份,年降水量小于359.8 mm的年份定义为干旱年份。2014—2020年

的具体年型划分如表3所示。试验年份中2015年降雨量为340 mm,按照降水年型划分为干旱年份;2016、2019、2020年降雨量427.0~491.0 mm,为平常年份;2014、2017、2018年的降雨量为538~637 mm,划分为丰水年份。

表3 冬小麦试验年份的降水年型

年型	全年降水量/mm	保证率/%	年份
干旱年	<359.8	>75	2015
平常年	359.8~537	25~75	2016、2019、2020
丰水年	>537	<25	2014、2017、2018

2.2 不同年型冬小麦需水量

在土壤水分适宜或基本适宜时,西藏冬小麦全生育期总需水量为410~460 m³/667 m²。从图1可以看出,全生育期内虽然总的灌水量相同,但降雨量不同作物不同时段需水量有所不同,但总体趋势是一致的。冬小麦全生育期的耗水量表现为由小逐渐增大的规律,小麦需水高峰在拔节、孕穗至灌浆阶段。

冬小麦一生中的日耗水强度变化很大。出苗后到冬前期间,小麦幼苗阶段生活力相对较弱,需水量小,耗水量较低,日需水强度缓慢增加,进入越

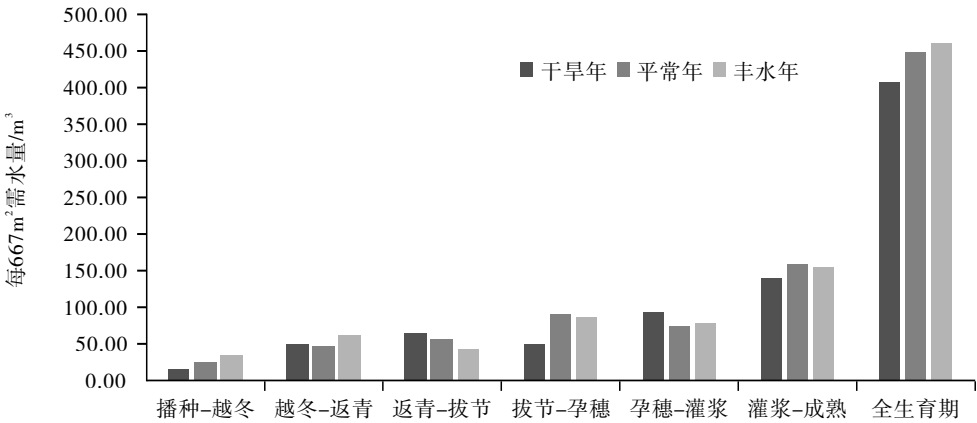


图1 拉萨市不同年型冬小麦各生育阶段需水量

冬期后逐渐减小,返青后又逐渐增大;进入生长中后期,营养生长旺盛,生殖器官迅速发育,生活力较强,需水量增多,耗水量增大。冬小麦日需水强度过程线会出现双峰值,如图2所示,干旱年型和平常年型、丰水年型出现的峰值不同,干旱年型冬小麦需水的峰值提前,两个峰值分别出现在返青至拔节期、抽穗至灌浆期;平常年型和丰水年型的两个

峰值推后,出现在拔节至抽穗期、灌浆至成熟期,这与不同年型冬小麦降水分布时间、降水量及灌溉时间不同有关。

2.3 冬小麦不同降水年型降水特征与需水特性

拉萨市冬小麦的生长是从10月上旬开始到第二年的7月下旬至8月上旬收割。冬小麦的整个生育天数为290~320 d,每667 m²需水410~460 m³,而冬

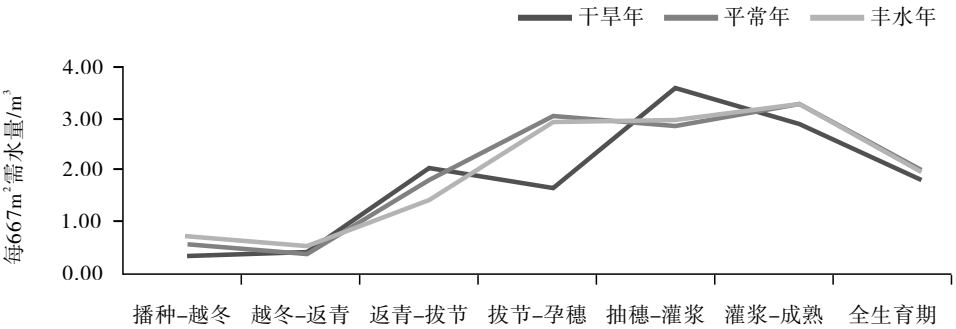


图2 不同年型冬小麦各生育阶段日需水量

小麦生育期的耗水阶段主要集中在第二年的3—6月,这段时间的耗水量约占作物整个生长期耗水量的75%以上。下面分别从干旱年、平常年、丰水年分析冬小麦需水与降水特征。

研究区2014—2020年共7年系列数据中,干旱年为1年,取冬小麦干旱年各生育期平均有效降水量(日有效降水量>5 mm)与小麦需水量比较,结果如图3所示。

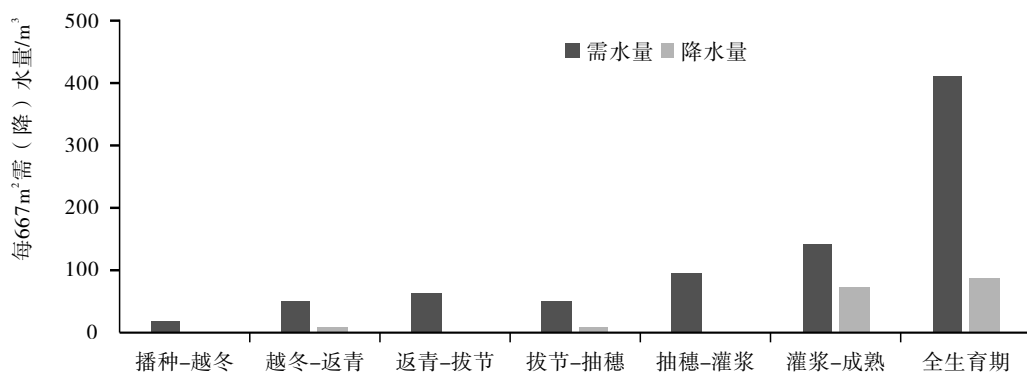


图3 干旱年冬小麦需水与降水分布

由图3可知,拉萨市干旱年份,冬小麦的生长季节各生育期天然降水量均不能满足冬小麦的需水量。拉萨市干旱年份冬小麦生育期需水量为410.46 m³/667 m²,而有效降水量能提供的需水量为83.94 m³/667 m²,整个生育期缺水占比为79.5%。在冬小麦灌浆至成熟期雨季到来,这一时期的降水量也只能满足冬小麦需水量的50.2%。根据冬小麦需水量与降水量,整个生育期缺水量为326.52 m³/667 m²,这个缺水量即为我们需要的灌溉

需水量,即在干旱年份冬小麦需灌溉水326.52 m³/667 m²才能满足整个生育期的需水量。

由图4可知,拉萨市平常年份,冬小麦生育期需水量为449.98 m³/667 m²,而有效降水量能提供的需水量为224.45 m³/667 m²,根据冬小麦需水量与降水量占比,整个生育期缺水率为50.12%。在冬小麦灌浆至成熟期雨季到来,冬小麦这一时期的降水量也只能满足需水量的68.7%,整个生育期缺水率为297.6 m³/667 m²。

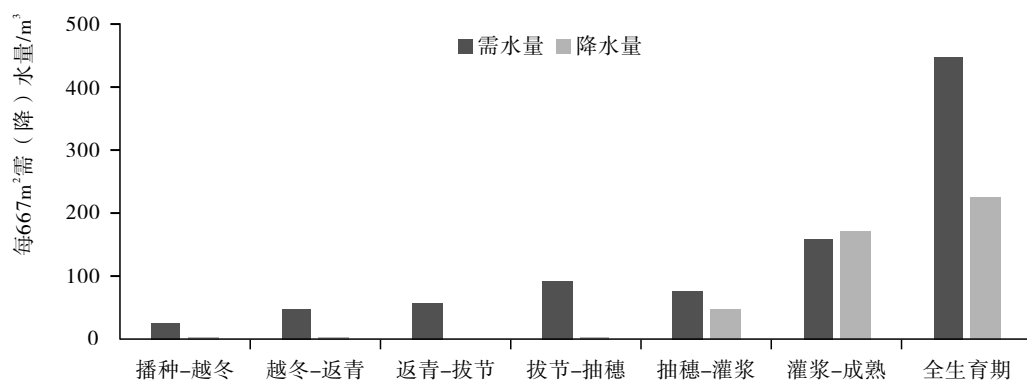


图4 平常年冬小麦需水与降水分布

由图5可知,拉萨市丰水年份,冬小麦生育期需水量为461.01 m³/667 m²,而有效降水量能提供的需水量为253.73 m³/667 m²,根据冬小麦需水量与降水量占比,整个生育期缺水率为44.96%。在

冬小麦灌浆至成熟期雨季到来,冬小麦这一时期的降水量也只能满足需水量的84.7%,整个生育期缺水率为295.3 m³/667 m²。

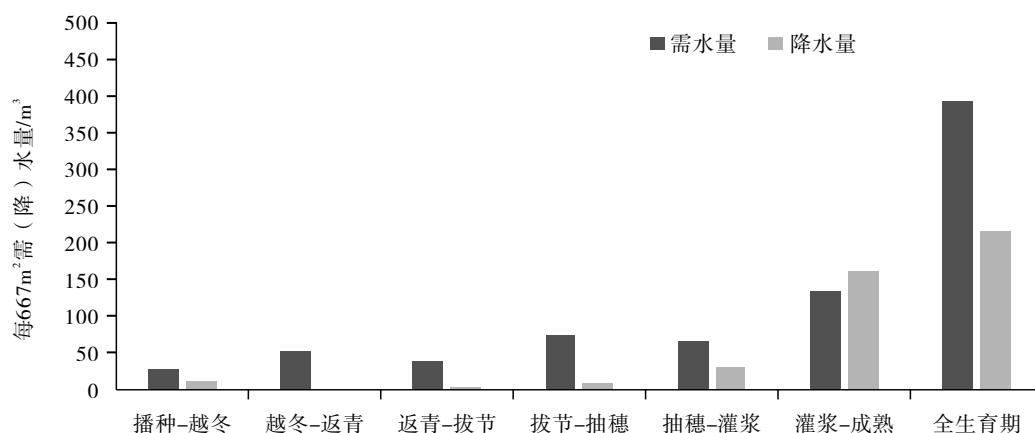


图5 丰水年冬小麦需水与降水分布

3 结论与讨论

冬小麦生育期耗水量为 $400 \sim 500 \text{ m}^3/667 \text{ m}^2$, 每生产 1 kg 小麦籽粒约耗水 $1\ 000 \sim 1\ 200 \text{ kg}$, 其中, $30\% \sim 40\%$ 为土壤蒸发, $60\% \sim 70\%$ 为叶面蒸腾。冬小麦不同生育时期的需水量主要与气候条件及小麦不同时期对水分的需求有关, 冬小麦耗水强度与供水(灌溉、降雨)关系密切。综合拉萨市不同水文年型冬小麦各生育期耗水强度和日耗水强度, 在灌溉水量相同的条件下, 不同水文年型冬小麦生育阶段的需水差异较大, 干旱年型, 降水量小, 作物需水量也小, 这可能是作物需水关键期与降水集中时段的吻合程度的影响。不同降水年型下冬小麦不同生育阶段需水量具有一定的差异性, 在干旱年型下冬小麦返青至拔节期、抽穗至灌浆期需水量最高, 在平常年型和丰水年型下冬小麦拔节至抽穗期、灌浆至成熟期需水量最高。不同年型下需水特征与生育期内降水量呈极显著相关关系, 不同年型需水量从大到小排序为: 丰水年 > 正常年 > 干旱年。根

据冬小麦不同年型需水量与降水量比较, 计算出冬小麦干旱年型灌溉需水量为 $326.52 \text{ m}^3/667 \text{ m}^2$, 平常年型灌溉需水量为 $297.6 \text{ m}^3/667 \text{ m}^2$, 丰水年型灌溉需水量为 $295.3 \text{ m}^3/667 \text{ m}^2$ 。

参考文献:

- [1] 马志红, 许蓬蓬, 朱自玺, 等. 河南省冬小麦灌溉需水量及年型特征[J]. 气象与环境科学, 2009, 34(4): 60-64.
- [2] 曹永强, 朱明明, 李维佳. 河北省典型区主要作物有效降雨量和需水量特征[J]. 生态学报, 2018, 38(2): 560-570.
- [3] 拉巴, 李春. 浅析拉萨市作物产量与水分变化[J]. 西藏科技, 2002(3): 56-60.
- [4] 张劲松, 孟平, 尹昌君. 植物蒸散耗水量计算方法综述[J]. 世界林业研究, 2001, 14(2): 23-28.
- [5] 聂振平, 汤波. 作物蒸发蒸腾量测定与估算方法综述[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(2): 54-56.
- [6] 司建华, 冯起, 张小由, 等. 植物蒸散耗水量测定方法研究进展[J]. 水科学进展, 2005, 16(3): 450-459.
- [7] 刘京涛, 刘世荣. 植被蒸散研究方法的进展与展望[J]. 林业科学, 2006, 42(6): 108-114.