

黄土高原多沙粗沙区作物 水分供需状况评价

高素华

康玲玲

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

(黄河水利科学研究院)

提 要

采用最大可能蒸散、作物实际蒸散、水分盈亏、水分订正系数评价了黄土高原多沙粗沙区主要作物(春小麦、冬小麦、春玉米、夏玉米和棉花)和草地生长季水分供需状况,结果表明,需水量:冬小麦>棉花>春玉米>春小麦>夏玉米;水分订正系数:春玉米>夏玉米>棉花>春小麦>冬小麦。草地需水量为350~450mm,水分订正系数0.95以上,水分供需矛盾小,实施退耕还牧无论对缓解水资源短缺,还是改善生态环境,在黄土高原多沙粗沙区都是十分有效的措施。

关键词: 水分订正系数 可能蒸散 水分盈亏

引 言

为了合理利用农业水资源、改善水分供需矛盾,研究农田和草地水分供需状况,十分必要,只有在掌握了供需状况的基础上,才能提出调整农业水资源利用优化方案,达到水资源可持续利用的最终目标。

本研究采用了最大可能蒸散、作物最大实际蒸散、水分盈亏、水分订正系数描述了黄土高原多沙粗沙区农田和草地水分供需特征,分析了春小麦、春玉米、冬小麦、夏玉米、棉花5种作物和草地水分供需状况。研究结果可为该区生态环境建设、农业结构调整、农业水资源规划等提供科学依据。

1 水分供需状况计算及评价方法

1.1 作物需水量的计算

自然条件下,作物需水量主要受气象条件、土壤水分供应和作物生物学特征的综合影响。农田蒸散量(耗水量)可用下式表示

$$E_{Tc} = f(M) \cdot f(W_s) \cdot f(C) \quad (1)$$

式中, E_{Tc} 为农田蒸散量; $f(M)$ 为气象条件影响函数; $f(W_s)$ 为土壤水分影响函数; $f(C)$ 为作物生物学特性影响函数。

参考作物的潜在蒸散是指广阔均匀的农田,在水分供应不受限制、叶面充分覆盖地面时的农田蒸散量。作物栽培系数则反映不同

蒸发面的物理学和生物学特性对能量交换和物质输送的影响,即作物特征对农田蒸散量的影响。因此,作物需水量可用下式表示

$$E_{Tc} = K_c \times E_{T0} \quad (2)$$

式中, K_c 为作物栽培系数(或称蒸散系数); E_{T0} 为参考作物潜在蒸散(最大可能蒸散)。

1.2 参考作物潜在蒸散量的计算

参考作物蒸散量也称最大可能蒸发量或潜在蒸发量。1998年联合国粮食及农业组织(简称FAO)推荐FAO Penman-Monteith公式作为计算参考作物蒸散量的唯一标准方法。计算公式详见文献[4]。

1.3 作物栽培系数

作物系数受作物类型、生长发育阶段、土壤干湿状况等许多因子的影响。Wright(1982)最早提出作物系数并已被FAO作物需水量专家咨询组(Allen等1996)所采纳和修正的作物系数概念和作物需水量的计算公式见文献[4],本文所用 K_c (作物栽培系数或称蒸散系数)来自联合国《产量和水的关系》一书。

1.4 水分盈亏的计算方法

在不考虑灌溉的情况下,水分平衡方程:

$$R = (E_T + E) + T + D + \Delta W$$

或 $\Delta W = R - (E_T + E) - T - D \quad (3)$

资助单位:黄河委员会

式中 R 为降水量; E_T 为植物蒸腾量; E 为地面蒸发量; T 为地表径流量; D 为渗漏量或潜水上量; ΔW 为土壤水分变化量。

在有植被的条件下,土壤蒸发约为总蒸发量的 10%,故一地区降水与可能蒸发的差值,基本可以反映此地区水分亏缺(或盈余)的多少。即

$$W = R - E_{Tc} \quad (4)$$

1.5 水分满足程度的评价方法

利用水分订正系数来描述该地的水分满足程度。 $F(R)$ 采用下式计算:

$$F(R) = 1 - |\Delta W_j| / W_j \times K \quad (5)$$

水分订正系数的生物学意义是表征作物生长季内某地对作物生长发育需水的保证程度, $F(R)$ 大,水分满足程度高;说明水分供求矛盾小。当 $F(R) = 1$,说明该地的水分供应能满足农作物生长发育的需要;当 $F(R) < 1$,说明该地的水分供应不能满足农作物生长发育的需要,农作物生长受到水分限制,产量将受到影响。

草地水分供需状况评价方法和上述农田评价程序基本一致,只是草地“栽培”系数不同于作物,其它方法和作物一致。

2 结果分析

2.1 小麦水分供需状况

小麦是我国北方半干旱地区的主要粮食作物之一,在旱生作物中小麦是需水较多的作物,水分是限制半干旱区小麦产量的主要因素。

春小麦需水量为 410~480mm。西北地区大于西南地区,西北在 450mm 以上,西南地区在 450mm 以下,西部环县、吴旗最小,在 430mm 以下。

水分订正系数西北最小在 0.4 以下,中东部在 0.4~0.49 之间,西南部最大在 0.50 以上,其中华池、志丹在 0.60 以上,是本区春小麦水分供需矛盾最小的地区。

本区冬小麦需水量变化在 600~650mm 之间,分布同春小麦,西北多、东南少,西北部在 650mm 以上,最少的环县和吴旗在 615mm 以下,其余地区在 615~649mm 之间。冬小麦需水量大于春小麦(平均多 195mm 以上)。

冬小麦水分订正系数分布形势和春小麦基本一致,东北角地区不足 0.30。中阳、柳

林、吴堡、佳县一线以北地区在 0.40 以下,志丹、吴旗、环县以南地区在 0.50 以上,华池最高为 0.72,其余地区在 0.40~0.50 之间,吴旗订正系数为 0.50,需水量为 605mm,水分亏缺为 300mm,离石需水 672mm,订正系数为 0.33,亏缺 450mm,只有通过灌溉补水,才能完成正常生长发育。

2.2 玉米水分供需状况

玉米包括春玉米和夏玉米是本区主要粮食作物之一,下面分别讨论春玉米和夏玉米的水分供需状况。

春玉米:

全区平均需水量为 624.4mm,比春小麦多 172.2mm,略小于冬小麦(约 47.1mm),从分布来看,环县、吴旗是本区最小值,在 600mm 以下,最多的地区是神木、佳县,在 650mm 以上,其余地区在 600~650mm 之间,东南部在 620mm 以下。

春玉米生育期内水分订正系数除个别地区(清水河、方山)以外均在 0.50 以上,西部和中西部在 0.60 以上,东部地区在 0.5~0.6 之间。

夏玉米:

夏玉米是本区需水量最少的作物,平均为 384mm,比春小麦少 38.4% (240mm),比冬小麦少 263mm,比春玉米少 68mm,从需水量来看,夏玉米是该区首选作物,但在积温少的一年一熟区就不能种植,只有一年两熟区才能种植,需水量的区域分布是西部少,东部多,西北部最多,在 390mm 以上。夏玉米生长季基本处于雨季,水分供给保证程度相对较高,平均为 0.78。东部方山、中阳、离石较低,在 0.70 以下,中部地区最高在 0.80 以上。

2.3 棉花水分供需状况

棉花平均需水量仅低于冬小麦,需水量达 631mm。在本区的北部因温度低,种植很少,多集中在东南部,需水量在 600~630mm。因棉花主要种植区是降水量较多的地区,而棉花的生长期大部分时间处于雨季,所以水分订正系数较大,约为 0.70 左右。棉花种植范围与其他 4 种作物相比较少,但经济价值相对较高。

综上所述,5 种作物需水情况是冬小麦 > 棉花 > 春玉米 > 春小麦 > 夏玉米。从水分

保证程度来看春玉米、夏玉米最高,5种作物水分订正系数的排序为春玉米、夏玉米>棉花>春小麦>冬小麦,由此可见,冬小麦是本区需水最多,保证程度最小、水分供需矛盾最大的作物,夏玉米则是供需矛盾最小的作物。

2.4 草地水分供应状况

黄土高原多沙粗沙区草地按半干旱区草原地带划分标准应属于典型草原。典型草原天然草场的主要植被的需水量如下:冷蒿+百里香+针茅群落,生育期为4月中旬到9月中旬,生育天数130~160天,需水量 $3150 \sim 4920 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

典型草原次生植被:直立黄芪+冷蒿+针茅群落,生育期:4月中~9月中,生育天数为130~170天,需水量为 $3150 \sim 5970 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。表1给出几种人工牧草需水量。由表1可见多年禾本科草需水量最多,一年生禾本科和豆科相差不多,豆科略少一点。

表1 几种人工牧草需水量

牧草品种	科属	需水量 $/\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	生育期/d
披碱草	多年生禾本科	5025~6750	100~110
苏丹草	一年生禾本科	3530~5895	100~120
苜蓿	多年生豆科	3270~5310	90~115
老芒麦	多年生禾本科	5550~6750	110~120
御谷	一年生禾本科	2925~5520	120天左右
燕麦	一年生禾本科	2040~7485	90~115

草地实际可能蒸散量,在350~430mm之间。水分订正系数在0.90以上,能满足典型草原植被需要。由此看来,改变本区的生态环境状况实施退耕还牧是十分有效的,不仅缓解水资源短缺状况,而且草地的覆盖度高于耕地,对水土保持也十分有利。

3 结 语

本文通过最大可能蒸散、作物实际蒸散、作物水分保证系数的计算,定量地给出黄土高原多沙粗沙区作物和草地生长季(也可以按发育阶段计算)的需水量,同时定量地评价水分供给的保证程度及水分盈亏值。这些结果可为科学规划农业水资源的利用,为水资源的可持续利用、为种植业结构调整提供科学的依据。

参考文献

1. 毛飞,张光智.参考作物蒸散量的多种计算方法及其结果的比较.应用气象学报,2000,11(增刊):128~136.
2. 高素华主编.中国三北地区农业气候生产力及开发利用对策研究.北京:气象出版社,1995:21~25.
3. 钟兆站,赵聚宝.中国北方主要旱地作物需水量的计算与分析.中国农业气象,2000,21(2):1~4.
4. 孙卫国,申双和.农田蒸散量计算方法的比较研究.南京气象学院学报,2000,23(1):101~105.
5. 李应林,高素华.我国春玉米水分供需状况分析.气象,2002,28(2):29~33.
6. 吕厚荃,杨菲云,钱栓.干旱条件下夏玉米耗水分析.气象,2002,28(2):38~41.

Evaluation on Crop Water Demand and Supply in Plentiful and Coarse Sandy Area in Loess Plateau

Gao Suhua¹ Kang Lingling²

(1. Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing 100081;

2. Yellow River Hydrological Academy)

Abstract

The water demand and supply condition of main crops, such as spring wheat, winter wheat, spring maize, summer maize, and cotton, and grassland in the growth stage in the plentiful and coarse sandy area in the Loess Plateau is evaluated with the potential evapotranspiration, actual crop evapotranspiration, water profit and loss, and water correction coefficient. It indicates that the water demand decreases by winter wheat; cotton, spring maize, spring wheat, and summer maize. And the water correction coefficient decreases by spring maize, summer maize, cotton, spring wheat, and winter wheat. Whereas the water demand in the grassland is 350—450mm, and the water correction coefficient is over 0.95, which show that the confliction of water demand and supply in the grassland is lower. Returning farmland to grassland in the region is an effective measure that can ameliorate the water resource shortage and improve the ecological environment.

Key Words: water correction coefficient potential evapotranspiration water demand and supply