

# 山东省冬小麦夏玉米 需水规律分区研究

骆洪义 聂宜民 聂俊华 李传廷

(山东农业大学)

## 摘 要

根据山东省气象局提供的 52 个气象站的气象资料,对全省冬小麦、夏玉米的需水规律进行了分区,分析了各区的气候特点及对作物生长发育的影响。

山东省 80 年代初期以来的持续干旱,已影响了粮棉油的产量。由于省内地貌类型多样性和气候差异,在全省范围内进行统一而细致的灌溉规划是很困难的。本文试图以气象和土壤水分资料为依据,对小麦、玉米的生育期内需水规律进行区划,在一个区内,作物需水量和各气象因素基本一致,为合理的农田灌溉提供理论依据。

## 一、山东省的气候特征

山东省东临黄海,西接大陆,具有暖温带湿润、半湿润和半干旱气候特点。全省年均温  $11^{\circ}\sim 14^{\circ}\text{C}$ ,多年平均降水量为 550~950 毫米,年均日照时数为 2350~2900 小时,年均日照率为 54~65%,一年四季分明。由于受地理位置和山体的影响,省内各地降水在时间和空间上的分布具有差异性。

表 1 山东省不同降水年份的月平均降水量(mm. m)

月 份	正常年份	多雨年份	干旱年份
1	7.9	13.5	6.4
2	10.0	13.1	4.2
3	16.3	17.8	19.2
4	36.8	62.6	15.7
5	43.9	62.1	27.1
6	76.7	98.8	42.9
7	194.8	327.3	112.5
8	149.8	276.7	70.9
9	69.3	115.5	24.0
10	34.4	43.3	28.3
11	19.3	23.9	15.0
12	9.4	10.9	9.3
合 计	668.4	1065.6	375.6

### (一)地理位置对降水的影响

山东省的气候受海洋影响非常明显。从东向西,全省降水量有一定的地域性差异,其分布趋势是南部多于北部,沿海多于内陆,山地多于平原。鲁南和鲁东南地区降水最多,在 800~900 毫米以上,鲁北平原降水最少,为 550~600 毫米左右,胶东半岛北部、胶济铁路沿线和鲁西平原属中等水平,年降水 600~700 毫米之间。但全省各地降水量又有较大的年变率和月变率(表 1),因而旱涝灾害频繁,严重影响小麦、玉米的产量。

### (二)降水在时间上的不均匀性

年内降水分配极不均匀,是本省气候的另一重要特征。由表 1 可以看出,汛期(6~8 月)降水可占全年降水的 60~70%,春季(3~5 月)降水占全年降水量的 10~13%,秋季(9~11 月)降水占全年降水的 10~20%,而冬季降水

仅占 3~5%。这种降水的时间分配对冬小麦生长十分不利,而对夏玉米生长却非常有利。

## 二、冬小麦夏玉米需水量

冬小麦一般在 10 月上旬播种,翌年 6 月收获,全生育期 250~260 天,其各生育期需水规律示于图 1。夏玉米一般在 5 月底或 6 月初

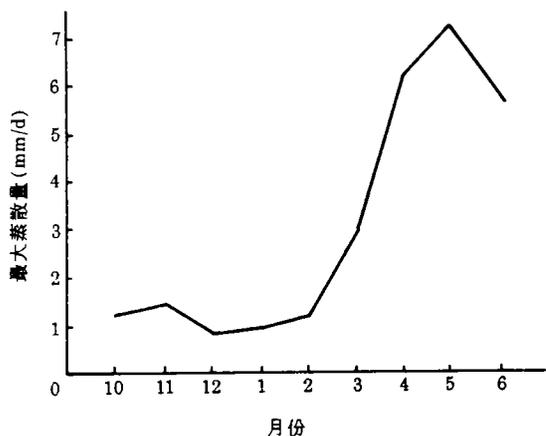


图 1 冬小麦全生育期需水曲线

播种,9 月下旬收获,全生育期 120 天左右。夏玉米各生育期需水规律示于图 2。由图 1 及 2 可以看出,冬小麦需水量呈阶段性变化。播种、出苗至冬前分蘖期,在 11 月份有一较小需水高峰期,然后需水量逐渐减少转入越冬期。翌年随着植株返青生长,需水量越来越多,到 5 月份进入抽穗、开花期,为第二需水高峰期,而这一高峰需水量比前一次分别多 1.42 和 7.16 毫米/天。以后,用水量逐渐减少。

夏玉米的需水规律是苗期需水较少,随着植株的不断长大,需水量逐渐增加,至 8 月份达最高峰。此后,需水量逐渐减少。因此,夏玉米的需水高峰期,正是降水最多的汛期,正常年份,降水可满足玉米生长发育需要。

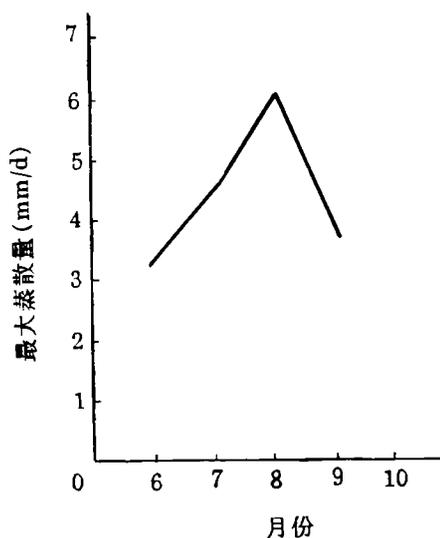


图 2 夏玉米全生育期需水曲线

## 三、冬小麦夏玉米需水量分区

### (一)分区的目的依据及分区参数

从以上分析可以看出,山东各地降水、平均温等有较大差异,干旱和洪涝等灾害性天气时有发生。但各地灌溉用水又有不同程度的不合理性,造成水资源的浪费。分区则可为灌溉水源的合理利用提供科学依据。

本项研究所用资料是由山东省气象局提供的全省 52 个气象站 30 年(1961~1990)的气象资料,包括:(1) 30 年年均温( $^{\circ}\text{C}$ );(2) 30 年年均日照时数(小时);(3) 30 年年均降水量(毫米);(4) 由气象资料计算获得的平均最大蒸散量(ETm,毫米)。

土壤水分资料是在有代表性的地区设置试验地上测得的。1989~1992 年每月 1 及 10 日分别测定土壤含水量,取二者平均值,然后将 3 年测值平均,结果列于表 2。

上述气象和土壤水分资料,是分区时必须统筹考虑的参数。

### (二)各区概述

仅占 3~5%。这种降水的时间分配对冬小麦生长十分不利,而对夏玉米生长却非常有利。

## 二、冬小麦夏玉米需水量

冬小麦一般在 10 月上旬播种,翌年 6 月收获,全生育期 250~260 天,其各生育期需水规律示于图 1。夏玉米一般在 5 月底或 6 月初

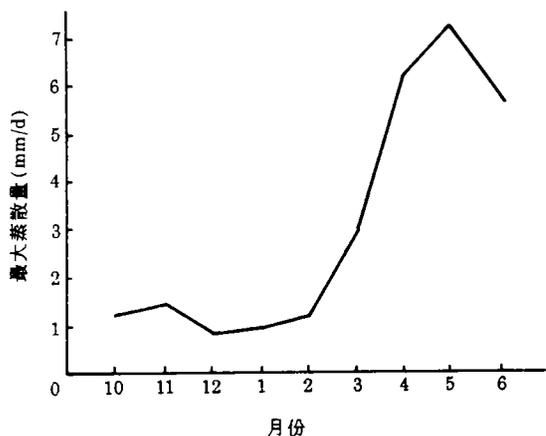


图 1 冬小麦全生育期需水曲线

播种,9 月下旬收获,全生育期 120 天左右。夏玉米各生育期需水规律示于图 2。由图 1 及 2 可以看出,冬小麦需水量呈阶段性变化。播种、出苗至冬前分蘖期,在 11 月份有一较小需水高峰期,然后需水量逐渐减少转入越冬期。翌年随着植株返青生长,需水量越来越多,到 5 月份进入抽穗、开花期,为第二需水高峰期,而这一高峰需水量比前一次分别多 1.42 和 7.16 毫米/天。以后,用水量逐渐减少。

夏玉米的需水规律是苗期需水较少,随着植株的不断长大,需水量逐渐增加,至 8 月份达最高峰。此后,需水量逐渐减少。因此,夏玉米的需水高峰期,正是降水最多的汛期,正常年份,降水可满足玉米生长发育需要。

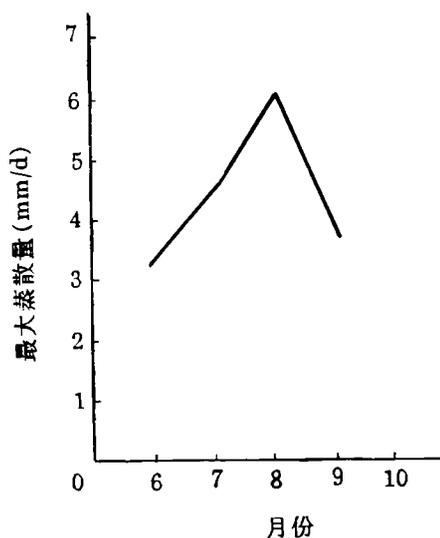


图 2 夏玉米全生育期需水曲线

## 三、冬小麦夏玉米需水量分区

### (一)分区的目的依据及分区参数

从以上分析可以看出,山东各地降水、平均温等有较大差异,干旱和洪涝等灾害性天气时有发生。但各地灌溉用水又有不同程度的不合理性,造成水资源的浪费。分区则可为灌溉水源的合理利用提供科学依据。

本项研究所用资料是由山东省气象局提供的全省 52 个气象站 30 年(1961~1990)的气象资料,包括:(1) 30 年年均温( $^{\circ}\text{C}$ );(2) 30 年年均日照时数(小时);(3) 30 年年均降水量(毫米);(4) 由气象资料计算获得的平均最大蒸散量(ETm,毫米)。

土壤水分资料是在有代表性的地区设置试验地上测得的。1989~1992 年每月 1 及 10 日分别测定土壤含水量,取二者平均值,然后将 3 年测值平均,结果列于表 2。

上述气象和土壤水分资料,是分区时必须统筹考虑的参数。

### (二)各区概述

表2 山东省各土壤月初有效水实际含量(mm, 根深)

月份	褐土	棕壤	潮土	砂姜黑土
1	39.87	34.55	65.57	86.83
2	59.64	54.71	86.33	106.98
3	53.39	75.96	96.65	155.20
4	43.38	59.06	106.00	184.69
5	31.53	7.94	143.93	221.91
6	36.96	13.91	69.44	231.41
7	16.52	65.82	33.81	121.90
8	38.02	126.84	113.45	240.20
9	79.01	121.80	135.35	282.82
10	6.75	6.04	18.12	25.05
11	18.59	11.63	44.60	60.97
12	20.35	21.04	55.24	70.93

作物的耗水量由叶面蒸腾和土壤蒸发两部分组成,气候是决定作物在无限制条件下需水量的最重要因素。本文对冬小麦、夏玉米的需水量定义为:作物在不缺水、无限制条件下获得最佳生长和最高产量的需水量,即最大蒸散量(ETm)。

全省冬小麦全生育期平均耗水约790毫米,夏玉米平均耗水543毫米,但全省各地有较大差异。利用气象资料计算获得的冬小麦、夏玉米最大蒸散量,结合前述其它参数,分别对冬小麦、夏玉米需水量作如下分区:

1. 冬小麦需水量分区 各地冬小麦最大蒸散量见表3。全省范围内冬小麦平均需水量

为790毫米,按每离开平均值30毫米为单位进行分区,可将全省分成6个区(图3):

I. 冠县、高唐、沾化一线以北的鲁北平原区。本区是全省降水最少的地区。本区冬小麦需水量在850毫米以上,但小麦生长季节降水量仅150~200毫米,春旱严重,对小麦生长极为不利,4、5月份的最初几天土壤有效水含量为106.0和143.93毫米,不能满足小麦需水量,需灌溉2次以上(250~300毫米)方能保证小麦正常生长。本区年均温12.5℃左右,年均日照时数为2600~2900小时,丰富的光势资源对小麦中后期生长很有利,但时有干热风发生。

II. 冠县、高唐、沾化一线以南与阳谷、济南、广饶一线以北包围的地区及胶东半岛北部。本区冬小麦需水量为820~850毫米左右。小麦生育期降水为200~250毫米,缺水较严重,5月份土壤有效水含量:鲁西北潮土区为106.0和140毫米左右,胶东半岛北部褐土区为43.38和31.53毫米,需灌溉水200~250毫米以上方能满足小麦需水。本区年均温以济南地区为最高,年均温14℃,向东向西均逐渐降低。年均日照时数同I区。

III. 以阳谷、济南、广饶、栖霞一线为北界和以巨野、新泰、平度一线为南界形成的区域。本区冬小麦生育期需水量为790~820毫米。该区是由北向南的过渡地带,小麦生长期降水量180~260毫米,4、5月份土壤有效水含量潮土区为106和143.9毫米,褐土区为43.38和31.53毫米,棕壤区为59.06和7.94毫米,干旱威胁较大,年均温由西向东逐渐降低,为12°~13.5℃,年均日照时数为2700小时左右,小麦生育期需灌溉水200毫米以上。

IV. 以巨野、新泰、平度一线为北界和以滕州、沂水、平度一线为南界所包围的地区。本区

表3 山东各地冬小麦需水量最大蒸散量(ETm;mm)

地名	ETm	地名	ETm	地名	ETm	地名	ETm	地名	ETm	地名	ETm
临沂	733	张店	777	马戈庄	725	梁山	803	广饶	809	昌乐	845
沂源	772	济南	910	邹县	824	巨野	777	沾化	829	羊角沟	845
沂水	741	龙口	853	滕州	754	宁津	866	无棣	863	高唐	858
平邑	827	威海	803	烟台	829	德州	819	垦利	814	冠县	858
营南	741	蓬莱	850	海阳	710	菏泽	751	马山子	952	聊城	827
日照	653	莱阳	684	泰安	762	单县	720	诸城	751	阴谷	827
郯城	728	栖霞	822	宁阳	816	鄆城	777	高密	801	胶南	681
章丘	819	文登	681	平阴	853	禹城	837	平度	764		
枣庄	754	成山头	699	新泰	746	惠民	819	昌邑	783		

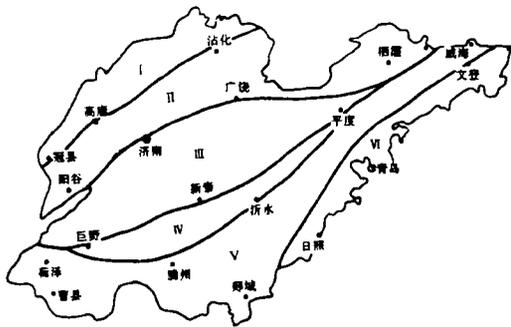


图3 山东省各地冬小麦需水量分区图

为 59.06 和 7.94 毫米。该区中西部部分光热资源丰富,但水分蒸发强,需及时灌溉,灌溉水量 150 毫米以上。

VI. 鲁东南沿海地区。是全省降水最多的地区,冬小麦生育期需水量小于 730 毫米,生育期降水 300 毫米左右,可保证小麦需水量的 70%,正常降水年份需灌溉水较少,一般在 100~150 毫米左右。本区年均温  $11^{\circ}\sim 11.5^{\circ}\text{C}$ ,年均日照时数 2300~2600 小时,年均日照率 54~65%。

2. 夏玉米需水量分区 全省范围内夏玉米平均需水量为 543 毫米,全省各地夏玉米需水量见表 4。按每离开平均值 20 毫米为单位分区,可将全省分成 4 个区(图 4):

I. 冠县、高唐向东至垦利一线,沿莱州湾继续向东至蓬莱。本区分鲁北平原和胶东半岛北部两部分。是降水较少的地区。夏玉米需水在 560 毫米以上。夏玉米生育期降水 400~450 毫米,8 月份土壤有效水含量潮土为 113.45 毫米,褐土区为 38.02 毫米,由于夏玉米生育旺盛期正值多雨季节,一般年份无灌溉,但遇干旱年份则必须灌溉。

II. 北界为冠县、高唐一线,南界为菏泽、泰安、张店一线。本区夏玉米生育期需水量 540~

冬小麦生育期需水量为 760~790 毫米;小麦生育期降水 250 毫米左右。4、5 月份土壤有效水含量褐土区为 43.38 和 31.53 毫米,棕壤区为 59.06 和 7.94 毫米,需灌溉水 200 毫米左右。本区年均温  $12.5^{\circ}\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ ,年日照时数 2500~2700 小时。

V. 本区包括鲁西南平原部分及胶东半岛中部地区。小麦生育期需水量为 730~760 毫米,小麦生育期降水约 250 毫米左右,年均温由西向东逐渐降低,为  $12^{\circ}\sim 13^{\circ}\text{C}$ ,年均日照时数 2500 小时左右,4、5 月份土壤有效水含量潮土区为 106.0 和 143.93 毫米,棕壤区

表 4 山东各地夏玉米需水量最大蒸散量(ETm;mm)

地 名	ETm										
临沂	515	张店	541	马戈庄	514	梁山	556	广饶	547	昌乐	558
沂源	515	济南	585	邹县	581	巨野	541	沾化	568	羊角沟	604
沂水	499	龙口	577	滕州	530	宁津	571	无棣	578	高唐	577
平邑	547	威海	526	烟台	547	德州	571	垦利	563	冠县	572
营南	504	蓬莱	571	海阳	497	菏泽	539	马山子	656	聊城	560
日照	498	莱阳	501	泰安	542	单县	524	诸城	510	阴谷	566
郯城	520	栖霞	547	宁阳	576	鄄城	538	高密	533	胶南	488
章丘	554	文登	474	平阴	565	禹城	569	平度	538		
枣庄	517	成山头	469	新泰	514	惠民	545	昌邑	538		

560 毫米,夏玉米生育期降水 400~450 毫米,8 月份土壤有效水贮量潮土区为 113.45 毫米,褐土区为 38.02 毫米,需灌溉水 100 毫米左右。夏玉米生育期日照时数 1000~1200 小时。

III. 北界为菏泽、泰安、张店一线,南界为滕州、新泰、平度一线的狭长地带。本区夏玉米需  
(下转第 237 页)

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院禹城综合试验站, 农田水分与能量试验研究, 科学出版社, 1990。
- [2] 张景略等, 黄泛平原不同质地土壤的持水特性, 土壤学报, 22: (4)350—355, 1985。
- [3] 姚其华等, 土壤水分特征曲线模型及其预测方法的研究进展, 土壤通报, 22(3): 142—145, 1992。
- [4] 茹连梅, 陕西黄土的水分特征曲线及其水分特性的初步研究, 土壤通报, 22(2): 61—64, 1991。
- [5] 陈志雄等, 中国几种主要土壤的持水性质, 土壤学报, 16(3): 277—281, 1979。
- [6] 庄季屏等, 土壤低吸力段持水性能及其与早期土壤干旱的关系研究, 土壤学报, 23(4): 306—313, 1986。

(上接第 232 页)

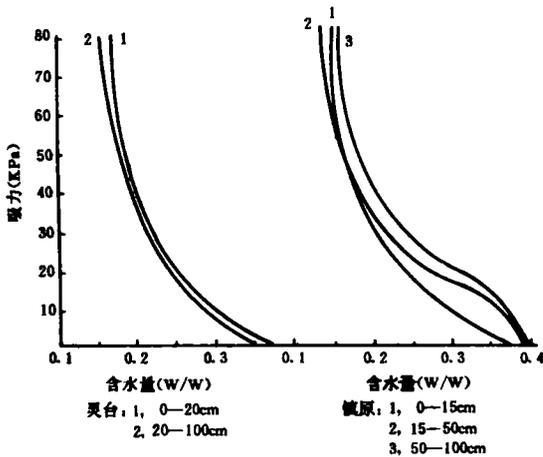


图 4 山东省各地夏玉米需水量分区图

水量为 520—540 毫米, 夏玉米生育期降水 450—480 毫米, 8 月份土壤有效水贮量潮土区为 113.45 毫米, 棕壤区为 126.84 毫米, 降水能满足夏玉米的需水要求。本区夏玉米生育期日照时数为 1000—1200 小时。

IV. 包括滕州、新泰、平度、栖霞以南的鲁南山地和胶东半岛南部。夏玉米需水量在 520 毫米以下, 该时期降水量为 560—600 毫米, 土壤有效水贮量在 8 月份为 126.84 毫米, 能充分保证夏玉米需水, 并有盈余, 故在低洼地带应注意防涝。本区夏玉米生育期日照时数为 600—700 小时。

从以上分区结果可以看出, 降水量较多的地区, 冬小麦、夏玉米需水较少, 而降水较少的地区则相反, 这是因为降水多的地区, 阴天较多, 蒸发、蒸腾量较少, 故作物需水量较少。

分区图显示各分区几乎均呈东西方向展开。笔者认为, 这可能是本省主体山脉大都为东南、西北走向造成的。

### 参 考 文 献

- [1] 联合国粮农组织, 产量与水的关系, 罗马, 1979。
- [2] 余松烈主编, 山东小麦, 农业出版社, 1990。
- [3] 山东省农科院编, 中国玉米栽培学, 上海科学技术出版社, 1986。
- [4] 聂俊华等, 山东省旱地冬小麦——夏玉米土壤水分状况的研究, 选自《土壤、资源、生态、环境》, 徐琪、李永昌主编, 青岛海洋大学出版社, 1992。
- [5] 中国农业区划委员会, 中国综合农业区划, 农业出版社, 1981。