

陕西省土壤水分动态聚类 and 区划*

刘 耀 武

(陕西省咸阳市农业气象试验站)

土壤含水量的多寡直接影响到作物的正常生长发育和产量形成。因土壤水分测定劳动强度大, 工序繁杂, 无论从时间序列的连续性, 还是从空间分布的合理性, 各地都缺乏完整资料。所以前人在单点土壤水分变化规律和通过自然降水进行土壤水分分区研究较多。本文在收集整理历史资料的基础上, 以陕西省为例, 在分析土壤水分主要收支项——降水蒸发差时空分布规律的同时, 运用模糊等价关系聚类方法, 对作物生长季土壤水分变化动态进行聚类分析, 然后将作物生长季、关键生育期的土壤水分和年降水蒸发差、土壤容重等组成土壤水分区划指标集, 运用中心凝聚逐步聚类方法进行土壤水分区划。为全面掌握陕西各地土壤水分变化规律和合理布局, 为农业提供科学依据, 并对土壤水分分区指标选择和区划方法进行初步探索。

1. 资料来源及处理方法

文中采用陕西省有同步土壤湿度观测的榆林、绥德等 14 个站的 1981—1984 年 4—10 月、深度为 0—50 cm 的土壤湿度资料。先求出逐旬逐月逐层土壤湿度平均值, 然后通过公式 $H=0.1 Dhw$ 换算成土壤绝对含水量(式中 H , 土壤绝对含水量(mm), D , 平均土壤容重(g/cm^3), h , 土层厚度(50 cm), W , 平均土壤湿度(%))。

蒸发资料用修正后的彭曼公式¹⁾ 将多年平均值代入计算所得的。

2. 年降水蒸发差的时空分布

土壤含水量的多少和变化主要取决于土壤水分的主要收入项(降水量)和支出项(蒸发量)。降水蒸发差可从收支两方面来反映土壤水分的盈亏情况(其正值为余水量, 负值为缺水量), 这也是自然景观、植被分布和土壤形成的主要影响因素。本文用修正后的彭曼公式计算了陕西省 96 个站点的可能蒸发, 并给出该省年降水蒸发差的空间分布图(图 1)。

由图 1 可以看出, 年降水蒸发差, 陕北榆林地区为 -500—-700 mm, 延安地区为 -350—-450 mm, 关中平原和渭北地区为 -300—-400 mm, 而陕南的汉中、安康地区水分收支基本平衡, 巴山地区略有盈余。

本省南北气候差异, 引起南北缺水量的悬殊和各地主要缺水季节的不同。由全省年降水蒸发差的时间分布图(图略)可以看

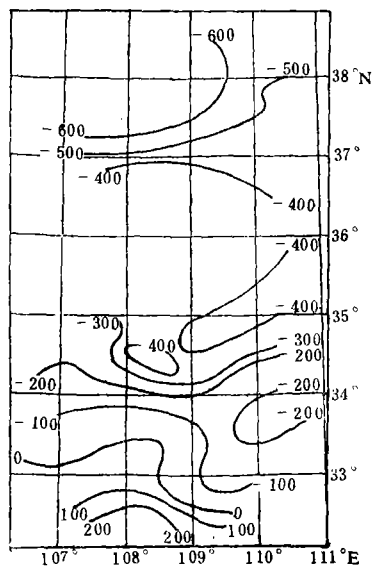


图 1 陕西年降水蒸发差分布

* 本文于 1986 年 6 月 24 日收到, 1986 年 11 月 10 日收到修改稿。本文属全国土壤水分测点合理布局课题的一部分。

1) 陶祖文、裴步祥, 蒸发和蒸散的测定与计算方法及其应用(油印本), 1985 年 4 月。

出,陕北和渭北地区缺水的主要时段在春季和初夏,尤以初夏的5—6月为甚;关中平原除春季和初夏缺水较多外,伏期的7—8月缺水亦较明显;汉中、安康地区的缺水时段主要在冬春季节。而缺水较少的时段,陕北主要在汛期的7—8月份,关中陕南主要在秋淋的9—10月份。

3. 作物生长季土壤水分动态变化聚类分析

陕西地跨北亚热带、南温带和中温带三个热量带,作物生长季开始和终止时间南北虽差异很大,但4—10月均为各地农作物的主要生长季节。于是以农作物主要生长季(4—10月)各月0—50 cm土层绝对含水量为因子,以欧氏距离 $D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$ 为统计量,运用模糊等价关系聚类方法,对作物生长季的土壤水分动态变化规律进行分类,将全省14个土壤水分样本编号(1,2,……,14依次代表榆林、绥德、定边、靖边、延安、洛川、铜川、大荔、永寿、凤翔、武功、泾阳、商县和安康)后输入计算机,经不同的入截集的分类结果如图2。并结合各地的土壤类型、耕作制度和定性的土壤水分变化特点等最后取 $\lambda = 0.13$,全省14个站点作物生长季土壤水分动态变化可分为如下七种类型。

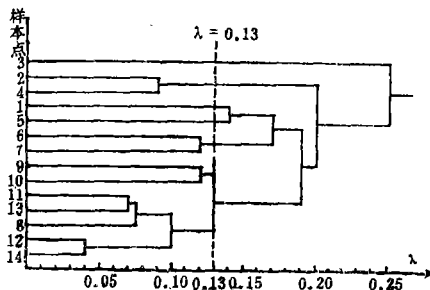


图2 模糊等价关系聚类树模图

第一类,定边严重缺水持续干旱型。
 第二类,绥德、靖边严重缺水初夏干旱型。
 第三类,榆林明显缺水春旱型。
 第四类,延安明显缺水初夏旱型。
 第五类,洛川、铜川比较缺水初夏干旱型。
 第六类,永寿、凤翔比较缺水初夏轻旱型。

第七类,武功、泾阳、大荔、商县、安康水分供应较好春旱、伏旱型。

4. 土壤水分分区指标和区划

1) 区划指标集合及其意义

在分析年降水蒸发差时空分布和土壤水分动态变化规律的基础上,根据主导因子原则和综合分析原则,并结合陕西省农业生产中的主要气象问题和影响因子的空间变化特点,选取以下四个指标组成区划指标集:

(1) 4—10月0—50 cm土层平均绝对含水量(W_{4-10}),它可以反映农作物主要生长季土壤水分的供应水平。

(2) 4—5月0—50 cm土层平均绝对含水量(W_{4-5}),它可以反映陕西省主要农作物(小麦)需水关键期——拔节孕穗期的土壤水分供应状况,亦可反映全省主要灾害类型——春旱和初夏旱的程度。

(3) 年降水蒸发差($[R-E_0]$ 年),它可以反映一年中土壤水分的收支盈亏状况,是影响土壤水分变化的主要因子。

(4) 土壤容重(P),根据陕西省农业土壤水文特性的分布状况¹⁾及土壤容重的时空变化特点,选取土壤容重作为指标之一,它既是农业水文特性的主要特征,又可间接反映土壤类型特点,耕作情况和土壤蓄水保水能力等。

2) 用中心凝聚逐步聚类法进行土壤水分区划

中心凝聚逐步聚类法也叫中心迭代法,运用此法,首先将14个土壤水分区划样本进行编码(编号同模糊等价关系聚类),由 W_{4-10} 、 W_{4-5} 、 $[R-E_0]$ 年、 P 组成区划指标集,统计量采用欧氏距离 $L(x_i, y_i) =$

1) 孙志学,陕西省农业土壤水文条件及其评述(油印本),1985年11月。

$$\sqrt{\sum_{k=1}^s (x_{i,k} - x_{j,k})^2}$$

其中 $x_{i,k}$ 是 i 个样本的第 k 个指标 (分量), $x_{j,k}$ 是 j 个样本的第 k 个指标 (分量), s 为指标容量, 并将资料输入计算机进行标准化处理; 其次, 根据土壤水分变化规律的定性定量分析和实际情况, 先给定几个初始类中心, 类间距离半径 R_1 和样本与类间距离半径 R_2 (定义 $R_2 = 2R_1$) 进行逐步迭代修改分类, 通过不同的类中心和相应的步长阈值 R 的输入便得到一系列的不同类中心和相应步长阈值 R 的聚类, 然后结合前述的定性定量分析择优选取聚类中心数 $K=9$, 类间距离半径 $R_1=0.5$ 的聚类结果列于表 1, 并结合各地土壤类型和农业生产实际作出土壤水分区划图 (图略)。

(3) 分区评述

(1) 定边盐渍土严重缺水持续干旱区。该区降水少蒸发大, 降水蒸发差达 -700 mm 左右, 为全省之冠。作物生长季 $0-50$ cm 土层绝对含水量在 30 mm 左右, 可供作物吸收的有效水分极少, 是全省土壤缺水最严重、最干旱的地区。生长季土壤含水量低, 波动小, 属持续干旱型。生产上应注意抓好水土保持, 改良土壤及种草种树调节气候等工作。

(2) 靖边绵沙土严重缺水重旱区。该区年降水蒸发差达 -600 mm 左右, 生长季 $0-50$ cm 土层含水量 $60-80$ mm, 是仅次于定边的重旱区, 作物生长季土壤湿度波动小, 属持续干旱类型地区。在生产上除注意抓好补充灌溉、水土保持外, 搞好种草种树, 调节气候势在必行。

(3) 绥德、米脂黄绵土明显缺水初夏干旱型。该区年降水蒸发差达 $-500-600$ mm, 作物生长季土壤湿度波动较大, 极差达 41 mm, 初夏旱明显, 对小麦、春糜、谷需水临界期威胁较大, 在抓好作物需水关键期的补充灌溉的同时, 应注意发展耐旱大棵经济作物。

表 1 中心凝聚逐步聚类结果 ($k=9, R_1=0.5$)

区号	分类名称	聚类样本编号	本类矩心			
			W_{4-10}	W_{4-5}	$[R-E_s]$ 年	P
I	定边盐渍土严重缺水持续干旱区	3	33.6	34.8	-692.1	1.60
II	靖边绵沙土严重缺水重旱区	4	69.4	67.5	-611.1	1.60
III	绥德, 米脂黄绵土明显缺水初夏旱区	2	63.0	54.6	-476.7	1.60
IV	榆林, 神木风沙土明显缺水春旱区	1	90.8	79.8	-586.5	1.60
V	延安, 铜川黄壤土比较缺水初夏旱区	5,7	106.2	96.0	-373.6	1.43
VI	洛川原粘黑垆土比较缺水初夏旱区	6	106.2	78.2	-316.6	1.38
VII	渭西北部粘黑垆土、黄白壤土比较缺水初夏轻旱区	9,10	136.7	108.5	-321.7	1.35
VIII	关中及商洛地区中壤棕壤供水较好春伏旱区	8,11,12,13	145.7	137.1	-314.8	1.40
IX	汉中、安康黄泥巴土供水较好冬春、初夏旱区	14	154.0	144.5	-88.2	1.44

(4) 榆林、神木风沙土明显缺水春旱区。该区年降水蒸发差 $-500-600$ mm, 作物生长季 $0-50$ cm 土层含水量 $60-110$ mm。土壤水明显不足, 波动大, 春旱严重。土壤增墒期主要在夏季的 $6-8$ 月。应注意调整作物的结构和比例, 减轻春旱威胁, 以便充分利用夏季的土壤水分和气候资源。

(5) 延安、铜川黄壤土比较缺水初夏旱区。该区年降水蒸发差为 -400 mm 左右, 生长季 $0-50$ cm 土层含水量 $80-160$ mm。初夏旱明显, 伏旱较轻对小麦和大秋作物均有不利影响, 应注意调整大秋作物比例, 发展林果生产, 以便利用气候资源。

(6) 洛川原粘黑垆土比较缺水初夏干旱区。该区年降水蒸发差 -300 mm 左右, 作物生长季 $0-50$ cm 土层含水量 $50-140$ mm, 初夏干旱十分严重, 对小麦孕穗灌浆极为不利。土壤主要增墒阶段在雨季的 $8-9$ 月份, 应注意调整夏秋作物比例和发展林果生产, 搞好雨季蓄水保墒, 力争秋雨春用。

(7) 渭北西部粘黑垆土、黄白壤土比较缺水初夏轻旱区。该区年降水蒸发差 -300 mm左右,作物生长季 $0-50$ cm土层含水量 $90-170$ mm,初夏旱对小麦孕穗灌浆有一定威胁。土壤增墒阶段主要在9月前后,加强春灌和搞好蓄水保墒,秋雨春用是该区小麦、油菜稳产高产的关键措施。

(8) 关中及商洛地区中壤、棕壤供水较好轻春旱、伏旱区。该区年降水蒸发差 $-200-400$ mm,作物生长季 $0-50$ cm土层含水量 150 mm左右。该区多数县为关中的粮棉基地,灌溉条件较好,但仍有春旱和伏旱发生,说明目前的灌溉制度还存在不合理的地方,应进一步加强土壤水分监测服务工作,调整灌溉制度,利用气候资源。

(9) 汉中、安康黄泥巴土供水较好冬春、初夏轻旱区。该区年降水蒸发差 $-200-200$ mm,作物生长季 $0-50$ cm土层含水量 $140-180$ mm。多数农业区水分收支基本平衡或略有盈余,是全省土壤供水条件最好的地区。该区多数县为水田,只在高坡、丘陵地区有轻度春旱和初夏旱发生,仅对小麦、玉米、经济林果有一定影响。值得一提的是该区的秦巴山区,多为林区,水分供应较好,故未作评述。

DEVELOPMENTS CLUSTER AND DELIMITATION OF SOIL MOISTURE IN SHAANXI PROVINCE

Liu Yaowu

(Xianyang Agrometeorological Experiment Station, Shaanxi Province)

Abstract

In order to know overall the regularity of soil moisture variance in Shaanxi Province and to provide scientific basis for rational distribution of agriculture, the soil moisture has been classified by the method of fuzzy cluster and zoned by center condensation stepwise cluster on the basis of analysing variation of difference between precipitation and evaporation in time and space. The zoning index and method of soil moisture has been explored initially.