

渭北旱塬降水对农作物生长 适宜度的模糊分析

蒋定生 黄国俊 帅启富 刘 梅

(中国科学院水利部西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要

根据模糊集理论,从“适量”、“适时”和“有效程度”三个指标出发,就渭北旱塬地区降水资源对农作物生长发育的影响提出了一种数学模型,并根据计算结果和参照有关资料进行了模糊聚类分区。结果表明,它较好地反映了本区降水资源的地域特征,为该地区一些主要农作物的合理布局提供了科学依据和准确信息。

关键词 渭北旱塬 降水资源 作物生长适宜度 模糊分析

前 言

渭北旱塬,俗称“渭北旱腰带”。习指渭河以北,崂山以南,子午岭和陇山以东,黄河以西的所属地域,辖蒲城、白水、郃阳、韩城、澄城、富平、长武、彬县、永寿、淳化、旬邑、耀县、铜川市、宜君、洛川、富县、宜川、陇县、千阳、麟游、宝鸡、凤翔等 22 县市。地貌上以黄土台塬和黄土残塬为主。本区年平均降水量介于 530~720mm,50% 以上集中在 7、8、9 三个月,年内分配不匀。加之本区地下水资源贫乏,亩均地表水资源仅 175m³,且因农耕地和水源之间的高差多在 50m 以上,开发利用难度大。因而旱作农业是本区农业的主要经营方式,降水对农作物生长的适宜度是决定本区农作物产量高低的重要因素之一。

由于降水对农作物生长发育的影响是一个十分复杂的动态过程,因而,在以往的有关研究中,很少提出该地区降水资源应以什么样的数学模型来定量描述,究其原因,除系统的复杂性而外,不确定性是很大的障碍。这种不确定性,既有随机不确定性也有模糊性。近年,在以模糊性为特征的科技领域内,广泛应用了 Zadeh 提出的模糊集合 (Fuzzy Set) 概念,开辟了一种有别于普通集合论的量化技术。

根据这一观点,本文采用模糊集理论来评价渭北旱塬地区的降水资源,并提出了降水对农作物生长的适宜度模型。依此对本区种植的小麦、玉米、谷子和烟草等四种主要农作物进行计算分析,它不仅有效地描述和刻画了降水的动态过程,也为该地区的农作物合理布局的决策提供了科学依据。根据适宜度模型的计算结果,又对小麦、谷子、玉米和烟

草的生长适宜度进行模糊聚类分区。

1 模糊子集的基本概念与诱导集

定义 1 给定论域(讨论范围) U ,所谓指定了 U 上的一个模糊子集 A ,是指对任意 $u \in U$ 的元素(讨论对象),有一个隶属程度 $\mu(0 < \mu < 1)$ 与之对应,称 μ 为 A 的隶属函数,记作

$$\mu = A(u) \quad (1)$$

$A(u)$ 的值叫隶属度,表示 u 隶属于集 A 的程度。当 $A(u)$ 仅取0,1二值时, A 便化为普通子集,它是模糊子集的特殊情形。

扩张原理 假设 f 为从 X 到 Y 的映射, B 为 Y 中的模糊子集,隶属函数为 $B(Y)$;那末, B 的逆像记为 $A = f^{-1}(B)$ 为 X 中的模糊子集,其隶属函数定义为

$$\mu(X) = \mu f[(X)] \quad x \in X \quad (2)$$

A 也称为 B 的诱导集。它是1975年Zadeh提出的扩张原理的一种逆扩张。我们感兴趣的是研究同一模糊概念下诱导出来的不同模糊子集间的关系。

2 降水对农作物生长适宜度的评价指标及适宜度函数的确定

降水是作物水分供应与土壤水分的主要来源,农作物生长的好坏、产量的高低与降水有着密切的关系。为了评价降水对农作物生长的影响,我们采用“适量”、“适时”与“有效程度”三个指标(或称因素)来度量。并且引入“适宜度”的概念,把它看作是具有模糊意义的量化指标,藉此用来描述这种影响的动态变化过程。

所谓降水“适量”适宜度,是指在作物各生长发育阶段内所降的某一水量,能使作物获得较好的产量,高于或低于这一降水量都会导致作物减产。所谓降水“适时”适宜度,乃是指在作物各个生育期内,能使作物获得较好产量的那一降水量的保证程度。当然,农作物在其生长发育的不同时期,对水分的敏感程度是不一样的,这里要特别注意对作物产量影响最大的那些关键期(如小麦拔节到抽穗期)的水分供应。降水的“有效程度”适宜度,是指降水能为土壤蓄纳和作物充分利用的程度。很显然,认为适宜度只能取“适宜”或“不适宜”两个值是不恰当的。为了区分适宜程度的差别,在适宜与不适宜之间引入中间值的方法是可取的。规定适宜度在隶属度区间 $[0, 1]$ 上取值,使不同的适宜度之间可以比较大小。这类容许有中间状态存在的概念,人们称之为模糊概念,以别于普通集合论中的确切概念。

根据这一观点,降水“适量”的适宜度、“适时”的适宜度和“有效程度”的适宜度等等,都可看作是在 $[0, 1]$ 上取值的被量化的量。现在,关键在于如何确定适宜度的隶属函数。

今设降水适量 M 的定义域为实数区间 $U_1 = [a_1, b_1]$,那末,模糊概念“降水的量适宜”确定了 U_1 上的一个模糊子集 $S_1 \subset [a_1, b_1]$ 。其隶属函数为

$$\mu_{S_1}: [a_1, b_1] \rightarrow [0, 1]$$

或记为

$$S_1 = S_1(M) = \mu_{S_1}(M), M \in U_1 \quad (3)$$

这里,我们把隶属函数(3)叫作降水适量的适宜度曲线,隶属度称为降水适量的适宜度。

根据有关部门的统计资料,可以点绘出所论作物单位面积产量与各生育期降水量的关系图。图1例举了永寿县谷子单位面积产量与灌浆至成熟期降水量之关系图。若将上图的横座标等分,并将各等分区间中的点子纵座标值平均,通过各平均值点群可以画出一条概化曲线,可以看出,在现有生产技术水平条件下,在灌浆成熟生育阶段内当降水量为80mm时,谷子能有较好的收成。该曲线可以看作是谷子在灌浆至成熟阶段内降水适量的适宜度曲线。

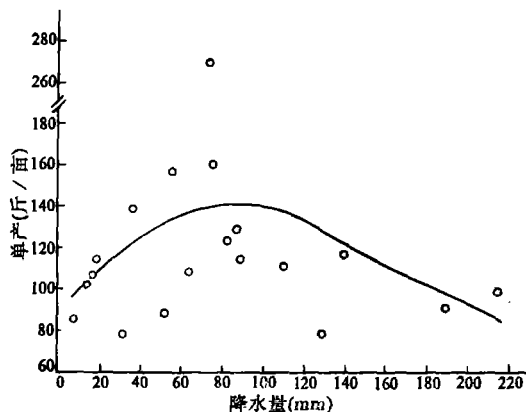


图1 谷子灌浆至成熟期降水量与产量关系曲线(永寿县)

但是,考虑到生产技术水平的不不断发展,我们采用根据彭曼公式计算出来的作物需水量作为适宜水量标准。因为根据联合国世界粮农组织对作物需水量所下的定义是:“在一定的生长环境条件下,供应作物蒸腾和蒸发损失所需的水分,以深度计。此作物生长在大田之中,无病虫害现象,土壤水分和肥料不受限制,能够达到高产。”依此,降水适量的隶属函数,参照图1曲线,可近似表示为

$$\mu_{s_1}(M) = \begin{cases} Ae^{-Bm/m_1}, & \left(\frac{m}{m_1} \geq 1\right) \\ \frac{m}{m_1}, & \left(0 < \frac{m}{m_1} < 1\right) \end{cases} \quad (4)$$

式中: m ——天然降水量(mm);

m_1 ——作物需水量(mm);

A, B ——待定系数,与作物品种、生育期有关。

同理,模糊概念“降水的时期适宜”,“降水的有效程度适宜”确定了相应的模糊子集 $S_2 \subset U_2 = [a_2, b_2]$, $S_3 \subset U_3 = [a_3, b_3]$ 。它们的适宜度曲线分别记为

$$S_2 = S_2(T) = \mu_{s_2}(T) \quad T \in U_2 \quad (5)$$

$$S_3 = S_3(E) = \mu_{s_3}(E) \quad E \in U_3 \quad (6)$$

其函数值分别为降水的时期 T 的适宜度,和降水的有效程度 E 的适宜度。

降水适时包含有两方面的内容,一是在各生育期内(尤其是作物需水临界期)降水的量恰到好处,能使作物高产;二是这种降水量出现机率的大小。通过对各种作物各个生育期内降水与单位面积产量关系的统计分析,可以作出生育期内累积降水量对产量影响的曲线(图2),不难看出,这里存在一个能使作物获得较好收成的降水区域(曲线峰值左右)。如果在此区间内分布的降水次数多,那末降水的保证率也就高,亦即降水适时的隶属程度高。若在图2中通过纵座标等于90%平均产量的一点C作横轴的平行线ce,该平行线与降水产量关系曲线相交于f、g,过此二点作纵轴的平行线fh和gi,将fh、gi与横

轴围成的区域称为降水适时区。据此,降水适时的隶属函数可定义为

$$\mu_{s2}(T) = \frac{n_1}{n} \tag{7}$$

式中: n_1 ——降水适时区间内的降水年数;

n ——资料样本总数。

降水的有效性,考虑了两个因素:一是无效降水损失,另一为径流损失。粗略地把 $\leq 5\text{ mm}$ 的日降水量归为无效降水,因为这种降水一部分被作物茎叶截留而直接蒸发,另一部分仅起打湿地皮作用,不能形成土壤水。降雨径流的大小与许多因子有关,十分复杂。为便于分析计算,将所论渭北旱塬划分为四片:

- 第一片,包括蒲城、白水、郃阳、澄城、韩城和富平;
- 第二片,包括长武、彬县、永寿、淳化、旬邑、耀县和铜川市;
- 第三片,包括宜君、洛川、富县、宜川;
- 第四片,包括千阳、陇县、麟游、宝鸡、凤翔。

表1 渭北旱塬降水径流月分配表

片	县 名		月 份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第一片	白水 郃阳 蒲城 澄城 韩城 富平	水	0	0	0	0	0.56	16.8	15.7	16.2	5.6	1.1	0	0
		阳	0	0	0	0	0.6	17.1	16.0	16.5	5.7	1.1	0	0
		城	0	0	0	0	0.7	19.8	18.5	19.1	6.6	1.3	0	0
		城	0	0	0	0	0.6	17.1	16.0	16.5	5.7	1.1	0	0
		城	0	0	0	0	0.6	17.4	16.2	16.8	5.8	1.2	0	0
		平	0	0	0	0	0.8	24.0	22.4	23.2	8.0	1.6	0	0
第二片	长武 彬县 永寿 淳化 铜川	武	0	0	0	0	1.2	1.2	19.5	18.9	11.2	7.1	0	0
		县	0	0	0	0	1.1	1.1	17.5	17.0	10.1	6.4	0	0
		寿	0	0	0	0	1.2	1.2	20.1	19.5	11.6	7.3	0	0
		化	0	0	0	0	1.2	1.2	19.8	19.0	11.4	7.2	0	0
		川	0	0	0	0	1.3	1.3	20.8	20.2	12.0	7.6	0	0
第三片	宜君 洛川 富县 宜川	君	0	0	0	1.0	1.0	2.0	5.1	34.7	6.1	1.0	0	0
		川	0	0	0	0.9	0.9	1.8	4.4	29.9	5.3	0.9	0	0
		县	0	0	0	0.8	0.8	1.6	4.0	27.2	4.8	0.8	0	0
		川	0	0	0	1.0	1.0	2.0	5.2	35.4	6.2	1.0	0	0
第四片	千阳 陇县 麟游 宝鸡 凤翔	阳	0	0	0	10	12	4	8	7	34	20	0	0
		县	0	0	0	14.5	17.4	5.8	11.6	10.2	49.3	29	0	0
		游	0	0	0	6.8	8.2	2.7	5.4	4.8	23	13.6	0	0
		鸡	0	0	0	4	4.8	1.6	3.2	2.8	13.6	8	0	0
		翔	0	0	0	5	6	2	4	3.5	17	10	0	0

在前三片中,分别选取澄城水保站在杏树河,彬县水保站在鸣玉池沟,黄龙水保站在洛川的安民沟的多年实测径流资料,以它们的月分配百分数(多年平均值),构成各自所在片中各县年径流月分配之模型,各县多年平均径流值由黄河水利委员会所编水文年鉴查得。第四片各县径流月分配模型由宝鸡地区实用水文手册确定。通过资料分析,我们近似认为,一至二片的径流仅产生于5~10月,三至四片的径流仅产生于4~10月,各月径流数如表1。降水的有效程度隶属度依下式计算:

$$\mu_{ss}(E) = \frac{m - m_2 - m_3}{m} \quad (8)$$

式中: m_2 —— ≤ 5 毫米无效降水量(mm),

m_3 ——径流量(mm)。

3 降水资源指标的适宜态

降水的量、降水的时期和降水的有效程度等,都是随时间变化的动态过程。它们对作物的影响也随时间而变化,这些影响可以表示成适宜度随时间的变化过程。可把这个过程简称为降水资源评价指标的适宜态,它是时间 t 上的模糊子集,这些子集可由前边提出的扩张原理诱导出来。

我们把时间的参考集取成作物整个生育期的时间间隔,记为 $[0, t_0]$,并以旬为时间单位。下面,我们首先讨论降水的量适宜态的确定。

设若对本区的某一作物而言,降水的量在其整个生育期 $[0, t_0]$ 内的变化过程

$$M = M(t), t \in [0, t_0] \quad (9)$$

为已知时, M 表示从 $[0, t_0]$ 到 U_1 的一映射,又 $S_1 \subset U_1$ 。由前边的扩张原知, S_1 的逆像 $M^{-1}(S_1)$ 是 $[0, t_0]$ 的模糊子集,记作 S_M ,它的隶属函数由下式确定

$$\mu_{S_M}(t) = M \cdot S_1(t) = S_1[M(t)], t \in [0, t_0]$$

简记为 $S_M(t)$ 。它表示本地的降水的量对作物生长的适宜过程,即降水量的适宜度随时间变化在全生育期内的变化过程——降水的量的适宜态。采用模糊集中常用的记号,把连续过程记为

$$\begin{aligned} S_M &= \int_{[0, t_0]} S_M(t) / t \\ &= \int_{[0, t_0]} S_1(M(t)) / t \end{aligned} \quad (10a)$$

把离散过程记为

$$\begin{aligned} S_M &= \sum_{i=1}^n \frac{S_M(t_i)}{t_i} \\ &= \sum_{i=1}^n S_1(M(t_i)) / t_i \end{aligned} \quad (10b)$$

同理,若降水的时期和降水的有效程度的全生育期内变化过程 $T(t), E(t)$ 为已知时,分别通过模糊子集 S_2, S_3 应用扩张原理可以诱导出降水的时期的适宜态和降水的有效程度的适宜态。它们都是时间间隔 $[0, t_0]$ 上的模糊子集。对连续过程分别为

$$S_T = \int_{[0, t_0]} S_T(t) / t = \int_{[0, t_0]} S_2[T(t)] / t \quad (11a)$$

$$S_E = \int_{[0, t_0]} S_E(t) / t = \int_{[0, t_0]} S_3[E(t)] / t \quad (12a)$$

离散过程分别为

$$S_T = \sum_{i=1}^n \frac{S_T(t_i)}{t_i} = \sum_{i=1}^n \frac{S_2[T(t_i)]}{t_i} \quad (11b)$$

$$S_E = \sum_{i=1}^n \frac{S_E(t_i)}{t_i} = \sum_{i=1}^n \frac{S_3[E(t_i)]}{t_i} \quad (12b)$$

它们分别表示降水的时期和降水的有效程度对作物生长的适宜度的全生育期内变化过程。

4 评价降水资源的数学模型

降水资源的数学模型应能反映降水在量、时期、有效程度三因素方面配合起来的总体效能。由于适宜态 S_M , S_T 及 S_E 都是 $[0, t_0]$ 上的模糊子集, 其总体效能 S_o 亦应是 $[0, t_0]$ 上的模糊子集, 并且 S_o 可看作是 S_M 、 S_T 、 S_E 的交集, 即 $S_o \triangleq S_M \cap S_T \cap S_E$, 亦即降水资源的适宜态为降水资源各因素的适宜态的逻辑乘。依此, 可以得到降水资源的效能模型

$$S_o \triangleq \int_{[0, t_0]} S_M(t) \cap S_T(t) \cap S_E(t) / t \quad (13a)$$

或

$$S_o \triangleq \sum_{i=1}^n \frac{S_M(t_i) \cap S_T(t_i) \cap S_E(t_i)}{t_i} \quad (13b)$$

这一模型反映了降水资源各因素对作物生长控制的实际效能, 它在降水资源评价中有着很重要的作用。

我们把指标

$$C_o = \frac{1}{n} \int_0^{t_0} S_M(t) \cap S_T(t) \cap S_E(t) dt \quad (14)$$

称为降水资源的单位效能指数, 或简单称单位效能指数。式中 n 为作物全生育期旬数。因此该式表示全生育期内降水资源的旬平均适宜度。

5 渭北旱塬几种农作物的降水资源的效能指数计算

为了验证模型, 我们选择了小麦、春玉米、谷子、烟草等 4 种农作物进行实例分析, 用离散模型(13b), 取旬为单位计算, 将结果绘成连续折线(图 3), 以便能够直观地看出适宜度的变化过程。

在图 3 中, 对每一个县的 4 种作物我们都绘出它们的降水的量、降水的时期和降水的有效程度的适宜态, 最下缘部分就是效能模型。

已算出渭北旱塬属县主要农作物的降水资源的单位效能指数如表 2。可以看出, 本区旬平均降水资源效能指数不仅随地域而异, 而且与作物有关。在所讨论的 4 种作物中

以烟草的降水效能指数最高,介于 0.61~0.81 之间;小麦的降水效能指数最小,在 0.43~0.58 之间。从图 3 可以看出,本区小麦的降水效能指数小的原因有二:其一,是小麦在返青→拔节→抽穗开花等需水关键期,降水量偏少;其二,是在小麦越冬阶段,降水的有效程度适宜态和降水的时期适宜态差,这是本区小麦产量低而不稳的重要原因。限于资料,

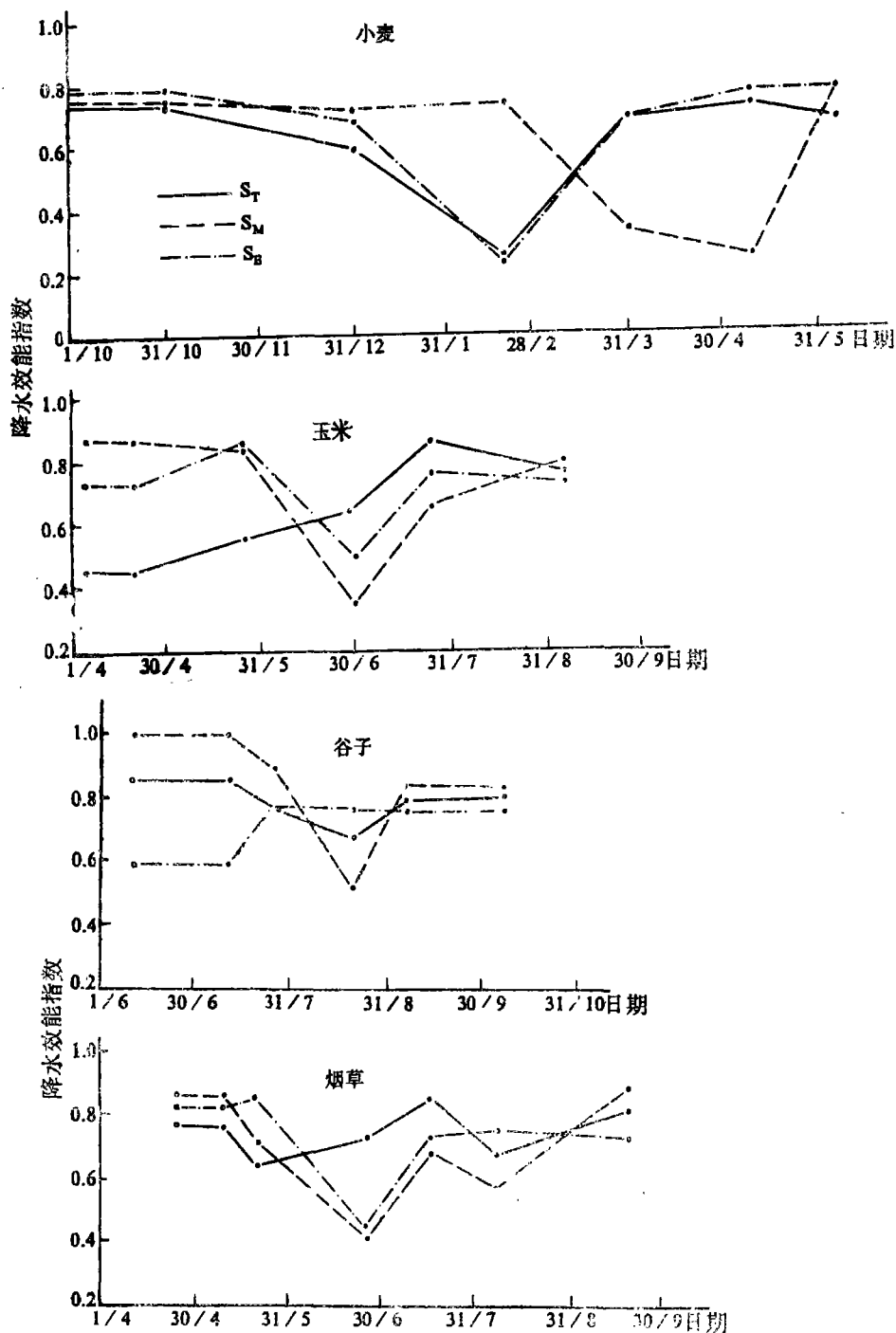


图 3 蒲城县降水资源对主要农作物的适宜度曲线

本文仅就小麦在各个生育阶段中降水的量、降水的时期以及降水的有效程度各适宜态的实际情况进行分析,没有考虑小麦对“隔年墒”的利用问题。如若考虑这一因素,小麦的降水效能指数将比表2中数值为大。

根据《陕西省烤烟区划》(陕西省特种作物研究所),渭北旱塬属县绝大部分属于烤烟最适宜区或适宜区,表2计算结果与此甚相吻合。

从表2结果可知,在本区种植春玉米或谷子,将会获得比较稳定的产量。

表2 渭北旱塬属县几种农作物的降水单位效能指数

县 名	单 位 效 能 指 数 C_e			
	小 麦	玉 米	谷 子	烟 草
白水	0.50	0.61	0.71	0.67
合阳	0.54	0.61	0.71	0.68
蒲城	0.49	0.57	0.67	0.65
澄城	0.47	0.60	0.69	0.66
韩城	0.43	0.56	0.68	0.67
富平	0.58	0.54	0.61	0.61
长武	0.47	0.74	0.69	0.71
彬县	0.50	0.71	0.64	0.66
永寿	0.53	0.69	0.67	0.65
淳化	0.51	0.68	0.68	0.66
铜川市	0.51	0.73	0.68	0.72
宜君	0.56	0.75	0.74	0.77
洛川	0.55	0.71	0.66	0.76
富县				0.81
宜川	0.56	0.67	0.64	0.73
千阳	0.50	0.70	0.65	0.71
陇县	0.50	0.63	0.63	0.68
麟游	0.52	0.70	0.64	0.67
宝鸡	0.53	0.76	0.66	0.72
凤翔	0.53	0.70	0.60	0.69
旬邑				
耀县				

6 渭北旱塬降水对农作物生长适宜度的模糊聚类分区

渭北旱塬面积 $35\ 347\text{km}^2$,跨纬度约 $2^{\circ}10'$,经度 $4^{\circ}15'$,地区比较广阔,地形复杂,降水差异较大,从因地、因水制宜角度出发,为本区农作物种植合理布局提供科学依据和准确信息,我们采用模糊聚类方法,就本区降水对农作物生长适宜度进行区域性划分,工作按以下几步进行。

第一步:选择需要考虑的因素和被分类对象。选定“降水单位效能指数”、“作物生育期内总降水量”、“上一年度7~9三个月降水总量”、“作物平均单产”四个因素(表3)。

被划分的对象为整个渭北旱塬各县。

第二步:计算,首先建立模糊等价关系;而后按 λ 水平来进行分类,按择优原则最后

表3 渭北旱塬降水对小麦生长适宜度模糊聚类分区资料矩阵表

县 名		样 本 号	降水单位效能 指 数	生育期内总降水量 (mm)	上一年度7~9月总 降 水 量 (mm)	多年平均单产 (kg/亩)
			x_1	x_2	x_3	x_4
白	水	1	0.50	216.9	300.7	61.90
合	阳	2	0.54	213.3	302.2	88.20
蒲	城	8	0.49	201.1	289.9	94.60
澄	城	4	0.47	205.5	290.8	73.85
韩	城	5	0.43	215.7	298.3	80.35
富	平	6	0.58	228.4	256.6	112.65
长	武	7	0.47	282.8	309.7	71.80
彬	县	8	0.50	269.6	271.1	68.00
永	寿	9	0.53	303.6	315.8	65.80
淳	化	10	0.51	304.0	315.0	54.55
铜	川 市	11	0.51	271.9	317.9	61.45
宜	君	12	0.56	358.7	387.7	38.85
洛	川	13	0.55	307.2	369.4	42.90
宜	川	14	0.56	262.3	333.9	35.25
千	阳	15	0.50	304.5	340.9	76.30
陇	县	16	0.50	260.0	343.5	67.40
麟	游	17	0.52	316.5	324.3	44.50
宝	鸡	18	0.53	343.0	356.8	108.25
凤	翔	19	0.53	294.5	313.3	107.50

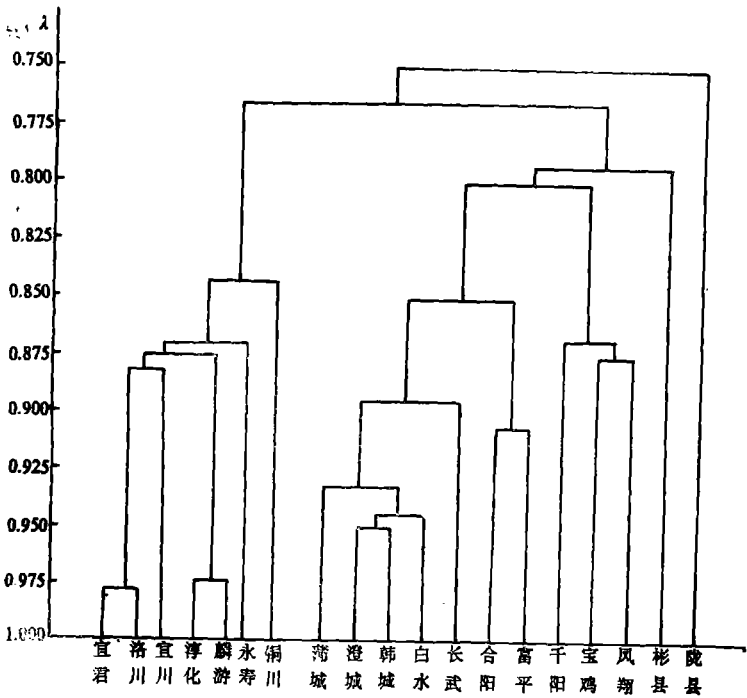


图4 渭北旱塬降水对小麦生长适宜度聚类图

确定聚类图。这些工作均在计算机上进行。

根据逐步归类过程已作出小麦等4种作物的动态聚类图,如图4所示。

利用动态聚类图很容易将本区降水对小麦生长适宜度分为三类:

第一类: $\lambda=0.9839\sim0.8871$,包括宜君、洛川、宜川及富县,该区内降水单位效能指数为0.55~0.56,小麦全生育期降水量为262~359mm,上一年度7~9月累计降水量为334~388mm,本区小麦多年平均产量水平为44~88kg/亩。

第二类: $\lambda=0.9574\sim0.8568$,本区包括白水、合阳、蒲城、韩城、澄城、富平、长武等县,区内降水单位效能指数为0.43~0.58,小麦全生育期降水量为200~280mm,上一年度7~9月累计降水量为250~310mm,小麦平均产量水平为62~112kg/亩。

第三类: $\lambda=0.9741\sim0.7554$,本区包括淳化、麟游、永寿、铜川市、耀县、旬邑、千阳、宝鸡、凤翔、彬县和陇县,区内降水单位效能指数为0.50~0.53,小麦全生育期内降水总量为260~340mm,上一年度7~9月降水总量为270~357mm,小麦平均单产介于45~108kg/亩。

参照同样方法,亦可将渭北旱塬降水对玉米、谷子、烟草等农作物的生长适宜度进行模糊聚类分区,其结果如表4所示。

表4 渭北旱塬降水对玉米、谷子、烟草等农作物生长适宜度的模糊聚类分区

农作物	分 区	所 辖 地 域	因 素				栽培 评价
			x_1	x_2	x_3	x_4	
玉 米	第一类	白水、合阳、蒲城、澄城、韩城、富平	0.54~0.61	342~375	256~302	86~138	稍适宜
	第二类	长武、永寿、淳化、铜川市、宜君、洛川、宜川、千阳、麟游、凤翔、耀县、旬邑、富县、宝鸡	0.67~0.76	404~500	310~388	94~150	适宜
	第三类	彬县、陇县	0.63~0.71	426~450	270~344	120	较适宜
谷 子	第一类	白水、合阳、蒲城、韩城、富平、长武、彬县、永寿、淳化、旬邑	0.61~0.71	300~368	257~315	52~83	较适宜
	第二类	铜川市、宜君、洛川、宜川、千阳、陇县、麟游、富县、耀县	0.63~0.74	330~506	318~388	48~68	适宜
	第三类	澄城、宝鸡、凤翔	0.60~0.69	345~384	290~357	50~79	较适宜
烟 草	第一类	白水、合阳、蒲城、澄城、韩城、富平、长武、彬县、永寿、淳化、麟游、凤翔、旬邑	0.61~0.71	340~420	256~324	23~70	适宜
	第二类	宜川、富县、洛川、铜川市、耀县	0.72~0.81	410~447	315~370	55~88	最适宜
	第三类	宜君、宝鸡、千阳、陇县	0.68~0.77	425~500	343~388	41~58	适宜

7 结 语

降水的适宜度模型能比较全面地反映降水与农作物生长的相互关系,有效地刻画了

降水特性的全过程。它是评价降水资源量化分析的一个比较好的方法。

根据模型计算出来的结果和聚类分区,为渭北旱塬一些农作物布局的决策提供了科学依据和准确信息。

本文仅从降水的时空分布这一角度来讨论问题,并未涉及光、温、肥、耕作技术等对作物生长发育有很大影响的一些因素,对土壤储存的隔年墒(上一年度雨季降水在土壤中的储备)利用问题,本文仅在聚类分析中作为一个因素来考虑,也很肤浅,今后还应加强这方面的研究。

郭宝安、王丽芝、范兴科等同志参加了部分工作。

参考文献

- [1] 蒋定生等. 绥米地区降水资源评价. 水土保持通报, 1984, 第1期
- [2] 贺仲雄编. 模糊数学及其应用. 天津科学技术出版社, 1983
- [3] 陈国良、蒋定生等. 微机应用与农业系统模型. 陕西科学技术出版社, 1986

FUZZY ANALYSIS THE SUITABLE DEGREES OF THE PRECIPITATION TO THE AGRO-CROPS GROWING IN THE ARID PLAIN OF NORTHERN WEI RIVER

Jiang Dingsheng Huang Guojun Shuai Qifu Liu Mei

*(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia
Sinica and Ministry of Water Resources, Yangling,
Shaanxi, 712100)*

Abstract

This paper is based on the theory of fuzzy, and start from the three indexes which of suitable quantity, timely and effective degree to evaluate and analysis the effect of the precipitation resource to the agro-crops growing and get a model for effectiveness of the precipitation resource.

The results of calculation show that it fairly good reflects the regional features of the precipitation resources in this area, and give scientific and accurate data for the rational distribution of the main agricultural crops.

Key words arid plateau of the Northern Wei River precipitation
resource suitable degree of crop growth
fuzzy analysis.