

关中平原农业生产区的划分

李治武 曹明明

(西北大学地理系)

摘 要

本文分析了关中平原作物生态条件和农业生产的区域变化规律。运用模糊聚类分析方法首次将关中平原划分成两个亚区,即:东部半干旱粮棉区,西部半湿润粮油区。其间的界线相当于干燥指数1.50的等值线。进一步对分区结果从区内一致性和区间差异性两方面论证了其客观性。最后,对于在区划基础上调整作物布局的经济效益做了评价。

关中平原位于陕西省中部,西起宝鸡峡,东界黄河,南北分别为秦岭山地和北山山地。区内地势平坦,土壤肥沃,光、热、水匹配较好,农业历史悠久,是闻名全国的粮棉高产区域。全区土地面积虽不到陕西省的10%,而粮食产量却占全省总产量的50%以上,并集中了全省人口的60%;属人口密集的高产区域。因而,提高关中平原的粮食产量,是实现全省粮食翻番的关键。

迄今为止,在涉及关中的各种农业自然区划方案中,都把关中平原视为生态条件一致的单元,尚未有人提出进一步划分的意见。因而,农业部门在布局生产和安排作物种植面积时,总是对全区采用一致的方案。然而,人们在生产实践中却常常发现关中平原东西部存在着明显的差异。例如,位于平原西部的武功县和位于东部的渭南县,由于水热条件的匹配不同,渭南的棉花产量有27年高于武功。相反,武功的冬小麦、玉米和油菜却分别有27年、34年和26年高于渭南。粮、棉、油产量的差别是各种农业生态条件和农业经济条件差别的综合反映。因而,将关中平原划分为东西两个不同的区域单元,对充分利用土地资源,科学地调整作物布局,提高粮棉产量具有十分重要的意义。

一、关中平原农业生态条件的区域分异

根据我们对关中平原光合有效辐射的计算,其值介于 2.0×10^6 — 2.5×10^6 千焦/米²·年之间,在地区分布上由东向西,由北而南逐渐减少。最高值在澄城、合阳一带,最低值出现在西部的周至。多年平均日照时数,根据陕西省气象局的资料统计,全区变化在1900—2500小时,在区域分布上与光合有效辐射基本一致。热量是决定适种作物种类及产量的主要因素。关中平原东西部之间的热量差异较大,年平均温度,年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温和无霜期由东向西分别由 13.5°C 、4500 $^\circ\text{C}$ 和226天减少到 12°C , 4000 $^\circ\text{C}$ 和208天。明显地反映出东部热量条件较西部

本文于1986年9月10日收到。

优越。若用干燥指数(农田潜在蒸发量与同期降水量的比率)近似的反映该区水分供需状况,则干燥指数1.50的等值线可将关中平原分为西部半湿润与东部半干旱两个水分类型区,西区干燥指数在1.05—1.49之间,东区在1.50—1.94之间。说明平原西部的水分条件优于东部。东西两区土壤类型差异也很明显,西区为油土亚类,东区为瘠土亚类,其间的界线基本上与干燥指数1.50的等值线吻合。又根据陕西省农业区划资料统计,东部三原、高陵、临潼、富平、渭南、蒲城、华阴、大荔、华县、潼关10县市耕层平均的有机质含量、速效磷、碱解氮浓度分别为0.996%、9.7ppm和48ppm;而西部宝鸡、岐山、眉县、扶风、周至、武功、兴平、户县、长安和西安10县市耕层平均有机质含量、速效磷和碱解氮浓度分别为1.18%、11ppm和68ppm,说明西区的土壤肥力高于东区。此外,农业气象灾害的频率和强度东西部也有明显的不同。例如,小麦灌浆,玉米抽雄和棉花花铃期的干旱频率东部均高出西部约15%以上。玉米灌浆成熟期和棉花吐絮期的各级危害积温,西部的武功都高出东部的渭南20%左右。5月中下旬小麦干热风危害的可能性渭南则较武功高出30%以上。

上述农业生态条件的东西差异,是进一步划分关中平原东西两个农业生产区域的基础。

二、关中平原农业生产区的划分方法

关中平原东西农业区域划分所依据的原则是:各区内部在生态条件、作物种类、产量水平,生态限制因素及主要技术经济条件上的相对一致性和两区之间表现在上述各方面的明显差异性。前述分析说明,各生态要素的指标值在平原的东西部明显存在差异,然而各要素指标值的分布都不具有“突变”的特点。而且,各因素对作物布局和产量具有不同的影响。一般,在目前技术、经济水平下,光合有效辐射只表示作物光合作用可利用能量的多少,对作物分布和产量并无限制作用;热量条件虽对作物布局和作物产量有重要影响,但对不同作物其影响的临界值是不同的;肥力的差异只对产量有直接影响,对作物布局并无作用;干燥指数虽是一种水热综合参数,但直接反映出来的近似的作物水分供需状况,在灌溉率已接近70%的关中平原,水分对作物布局和产量的影响并不突出,而且干燥指数的分异已不能完全反映该区的水分差异。因此,对这样一个各因素的作用都不明显居于主导地位的平原地区,采用惯用的主导因素法进行区域划分,显然难以得到符合实际的结果。为此,我们选用了综合的模糊聚类分析法。其主要步骤如下:

1. 确定变量 选取的一组变量是否能体现该区农业生态条件和农业生产特点的差别,这是保证区划成功与否的关键。通过对关中平原主要生态要素指标与作物布局、产量水平差别的分析,我们选取既分异明显,又对农业生产有重要影响的平均气温, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、总辐射、降水量、蒸发量作为反映光、热、水生态因子差别的变量。考虑到本区3月初冬小麦开始返青,11月底进入越冬期,因此,上述指标值均取3—11月的平均值或总量。同时选用多年平均棉花产量,小麦亩产与玉米亩产量的比率,粮作播种面积占总播种面积的比率,粮作产值与经济作物产值的比率四个指标从不同方面反映作物布局和产量效益的差别。用灌溉率、机耕率和复种指数三个指标来反映农业生产的社会经济条件的差别。在区内随机均匀地选取了18个县作为聚类的标本,得到聚类分析的初始数据表(表1)。

2. 变量标准差标准化处理 表1中的原始数据数量级差别大,量纲不统一,直接用于聚

表 1 聚类分析初始数据
Table 1 Initial Data for Cluster Analysis

变 量	站 点	宝鸡县	岐山	眉县	武功	户县	兴平	西安	蓝田	乾县	咸阳	高陵	三原	临潼	渭南	大荔	蒲城	华阴	韩城
3—11月平均气温 (°C) 年≥10°C 积温 (°C) 3—11月总辐射 (千焦/厘米 ²)	16.5	16.1	17.0	17.0	17.0	17.6	17.3	17.6	17.4	16.9	17.4	17.5	17.7	17.8	17.9	17.8	17.8	18.0	18.0
	4122.8	3834.4	4137.0	4169.2	4336.6	4227.3	4351.4	4278.4	4134.6	4284.5	4343.0	4415.0	4431.3	4447.9	4439.8	4385.9	4541.5	4458.0	4458.0
	382.76	406.53	401.26	412.95	392.77	398.82	403.70	416.83	415.27	420.61	438.74	447.56	420.13	436.32	447.85	439.28	448.89	451.40	451.40
3—11月降水量 (毫米) 3—11月蒸发量 (毫米) 多年平均棉花亩产 (公斤)	629.1	598.8	571.0	610.4	602.8	545.7	555.3	692.4	519.8	493.0	484.2	468.7	536.7	533.0	497.0	509.4	555.6	470.5	470.5
	714.0	763.7	755.2	766.7	712.8	722.2	771.3	774.8	800.0	833.9	830.7	854.9	830.7	817.7	888.2	949.2	896.2	919.8	919.8
	36.5	30.9	48.3	45.2	45.1	34.5	41.5	36.9	49.0	52.5	58.8	54.8	59.5	56.4	76.3	48.9	46.7	45.2	45.2
小麦亩产/玉米亩产 (%) 粮食总产/总播种 (%) 粮食产值/经济产值 (%)	84.6	100.4	92.5	102.9	116.1	94.7	111.7	122.4	78.8	99.9	104.1	82.9	103.0	102.2	86.0	64.2	87.5	111.8	111.8
	89.3	85.1	81.5	82.0	85.5	77.3	73.8	95.3	79.1	69.0	76.6	75.9	77.3	73.5	70.4	81.7	86.2	81.6	81.6
	1887	826	758	1012	1371	844	873	3067	526.4	309	646	441	323	373	138	445	594	382	382
灌溉率 (%) 机耕率 (%) 食种指数 (%)	34	57.89	81.8	79.89	85.94	95.04	78.47	28.09	46.7	86.0	98.66	67.97	74.43	69.61	59.80	40.9	41.69	34.2	34.2
	31.3	60.9	71.0	80.1	80.4	41.0	61.37	10.5	48.5	49.6	73	41.4	58.6	63.7	56.9	34.3	49.1	34.0	34.0
	136	143	166	173	186	173	194	147	136	158	196	164	162	146	166	133	152	148	148

类分析, 势必产生各变量对聚类结果贡献不一的矛盾。即数量级大的因素, 其作用会被强化, 而数量级小的变量, 其作用会被人为地削弱。因而, 应首先按下列公式对各变量值进行标准差标准化处理:

$$x'_{ji} = (x_{ji} - \bar{x}_i) / s_i \quad (1)$$

式中 x'_{ji} 为处理后的变量值, x_{ji} 为第 i 个变量第 j 样本的初始数据, $\bar{x}_i$ 为第 i 个变量的均值, s_i 为变量 i 的标准差。经过处理后, 各变量的均值都为零, 方差为 1, 且无量纲差别。

3. 求样本间的关联系数 样本之间关联系数的求取方法有十余种, 而聚类分析成败的关键在于根据问题的实际特点作好这种选择。我们通过对数量积、相关系数、最大最小比值几个关联系数的比较得出, 以相关系数表达两两样本间的关联程度, 效果最好。相关系数按下式确定:

$$r'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m |x_{ik} - \bar{x}_i| |x_{jk} - \bar{x}_j|}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_i)^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}} \quad (2)$$

式中: r'_{ij} 为 i, j 两样本间的关联系数, x_{ik} 和 x_{jk} 分别为两样本第 k 个指标值, $\bar{x}_i$ 和 $\bar{x}_j$ 分别为两样本指标值的均值。用 (2) 式求得样本点间两两相关的关联系数, 得到一个 18 阶的关联系数方阵 (矩阵略)。其中关联系数的取值范围在 $-1 \leq r'_{ij} \leq +1$ 之间, 故关联系数越接近于 1, 说明 i 和 j 样本间的相似性越大。

4. 聚类 我们采用王治伦给出的聚类原则: i 和 j 在 λ 水平上同类等价于在模糊聚类图中, 存在一条权重不低于 λ 的路联结 i 和 j 。由此, 不需对关联系数矩阵进行满足传递性的改造, 直接按关联系数矩阵进行聚类。具体方法我们采用最大树法。即先画出被分类样本集, 依据关联系数矩阵, 按由大到小的顺序依次连接各样本, 连线上标上关联系数, 回路不连, 直到所有的元素都连通为止, 这样就得到所谓的最大树, 给定水平 λ , 划掉权重低于 λ 的连线, 则互相连通的样本就归为一类。本命题的最大树如下,

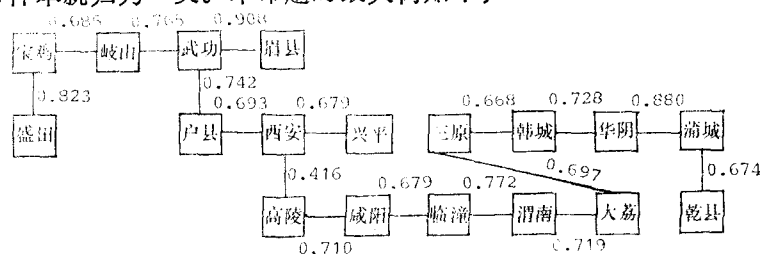


图 1 关联系数最大树
Fig. 1 Maximum Tree of Similar Coefficient

我们的目的是划分关中平原东西部之间自然条件和农业生产差别的界线。由图 1 可见, 选取 $\lambda = 0.500$ 的水平, 关中平原可分为东西两个亚区。西部区含宝鸡、岐山、眉县、武功、兴平、户县、西安、蓝田 8 县市; 东部区含乾县、咸阳、高陵、临潼、三原、渭南、大荔、蒲城、华阴、韩城 10 县市。但聚类分析给出的结果是各区样本的集合, 并非确定的界线, 经对比分析、水热综合参数—干燥指数 1.50 的等值线基本位于这两个区的界面上, 故可依此线作为分区界线。前已指出, 这条界线大致相当于乾县、礼泉、咸阳、西安、蓝田之间的连线。

三 区划结果及其分区性质的论证

表 2 是关中平原东西部生态条件及农业生产特点的对比表, 表中各指标值均为各区内含县市平均值的总平均值。

表 2 关中平原东西部生态条件及农业生产特点的比较

Table 2 The contrast of the ecologic factors and the agricultural characteristics between the eastern and western subregion.

区域	指标	年光合有效辐射 (千焦/米 ²)	年日照时数 (小时)	年≥10℃积温 (℃)	年平均干燥指数	耕层有机质(%)	碱解氮 (ppm)	速效磷 (ppm)	粮播面积平均产量 (公斤/公顷)
东部		2.45×10 ⁶	2308	4414	1.80	1.00	46	8.6	1975.5
西部		2.24×10 ⁶	2064	4140	1.26	1.20	59	9.8	2803.5

续表 2

小麦播种面积平均产量 (公斤/公顷)	棉播面积平均产量 (公斤/公顷)	油菜播种面积平均产量 (公斤/公顷)	粮播面积总播面积 (%)	经播面积总播面积 (%)	棉播面积经播面积 (%)	油播面积经播面积 (%)	灌溉率 (%)	机耕率 (%)	化肥平均施用量 (公斤/公顷)
2615.8	353.6	726.6	78.6	17.8	83.3	8.5	53.3	45.7	315
3158.0	87.2	1365.2	86.1	8.60	63.9	29.4	66.0	60.4	435

由表 2 可以看出, 东西两个区域, 在农业生态条件, 作物产量水平, 作物面积构成方面都存在着显著的差异。在聚类分析中, 由于我们选择的关联系数为相似系数, 故可通过相似系数的检验来证明区域内部的相似性。通过检验, 东西两个区内部各县市之间, 在 0.01 的水平下, 相似系数都超过了 0.661 的临界值。(参看图 1)。由此可以证明, 我们划分的两个区域不仅区间存在着显著的差异性, 而且各区内部在 99% 的水平下具有显著的一致性。

从表 2 所列的生态条件定量值可以看出, 关中平原东部平均光合有效辐射, 年日照时数, 年≥10℃积温分别较西部高出 8.6%、10.6% 和 6.2%, 说明东部光热条件较西部优越, 适宜种植喜光热的棉花、玉米等作物。而西部区域平均耕层有机质、碱解氮、速效磷含量及灌溉率、施肥水平分别较东部高 16.7%、22%、12.2%、19.2% 和 27.6%。年平均干燥指数则较东部低 42.9%。以上数值反映出平原西部水肥条件较东部优越。在光热因子差别不大的条件下, 水肥条件是作物产量高低的主要影响因子, 因而平原西部粮油每公顷平均产量较东部高。但棉花产量则显著低于东部, 说明西部影响棉花低产的因子主要在光热因子和降水的时间变化上。棉花中早熟品种全生育期要求≥10℃的积温在 3300—3600℃。渭南棉花生育期≥10℃的积温多年平均值、保证率 80% 的积温值分别为 3741℃ 和 3666℃, 西部的武功上述两个指标值分别只有 3440℃ 和 3300℃。因此, 从棉花生育期热量的总供需来看, 东部宜棉, 西部只勉强适宜。又通过对棉花生育期各时段的光、热、水供需差与棉花产量的相关分析, 我们发现裂铃吐絮期的日照、温度、降水量是影响该区棉花产量的主要因子, 此时段的日照、温度与产量是显著正相关, 而降水量与产量则是显著负相关。这和棉花生育后期需要干燥、

温暖、光照充足的生理生态特点是相符合的。从渭南、武功两个县的对比来看, 9月中旬至10月下旬日照时数渭南较武功高19%, 降水量较武功少20%, 日均温 $<16^{\circ}\text{C}$ 的危害积温 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 出现的频率武功则较渭南高15%和30%。反映出东部棉花高产的必然性。

上述分析证明, 将关中平原东部划为粮棉种植区, 西部划为粮油种植区, 反映了平原东西部农业生态条件和农业生产特点差异的性质。至此, 我们把关中平原以乾县-礼泉-咸阳-西安-蓝田的连线为界, 划分为以下两个农业亚区。

I 东部半干旱粮棉亚区;

II 西部半湿润粮油亚区。

关中平原农业区的划分见图2。

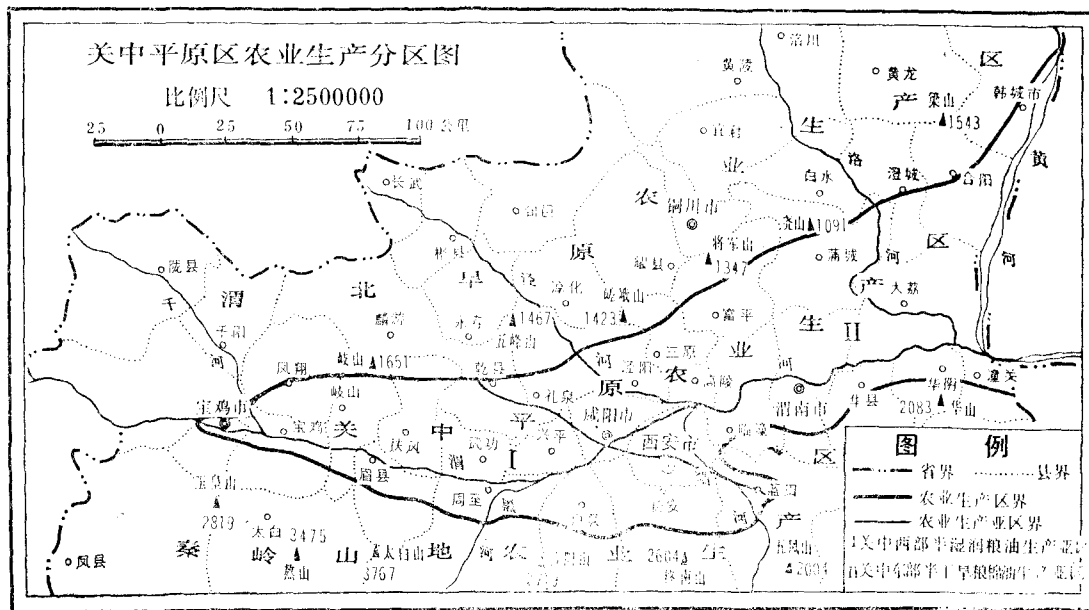


图2 关中平原农业生产区划

Figure 2 Regionalization of Agricultural Production of Guan Zhong Plain

关中平原东西部农业生产区的划分, 不仅从理论上阐明了区域内部农业生态条件和农业生产特点的分异界线。而且具有很重要的生产实践意义。我们根据所划两区农业生态条件的适宜性与限制性, 以该区1978—1985年平均的作物面积结构为基础, 曾经估算过通过调整作物布局可达到的增产效益。即把西部全部棉田改种粮食, 把棉田主要集中在东部大荔、渭南、临潼、蒲城、华县、泾阳、三原等县市, 按8年平均的产量水平和1980年不变价格计算, 可使关中平原粮食总产增加11%, 粮棉总产值增加8%。

参 考 文 献

- 李治武等 1960 一九六零年全国地理学术会议论文集。P.136—157。科学出版社。
 翁笃鸣 1964 试论总辐射的气候学计算方法, 气象学报, 34(3), P.304—314。
 赵名茶 1985 作物可利用的光能——对光合潜力公式的检验和探讨。地理集刊, 第17号, P.35—48。科学出版社。
 沈行毅 1981 下垫面蒸发的计算。农业气象, (3)。P.18—24。

- 李兆元等 1984 关中地区旱涝规律及今后变化趋势的探讨。陕西气象, (2) p.13—22。
程德喻 1984 论危害作物的高温与低温指标——危害积温。农业气象, (3) p.59—61。
汪培庄 1983 模糊集合论及其应用。p.76—84, 上海科学技术出版社。

THE SUBDIVISION OF THE AGRICULTURAL REGIONS IN THE GUAN ZHONG PLAIN

Li Zhiwu Cao Mingming

(Department of Geography, Northwest University)

The regularities of the regional varieties of the crop ecologic factors and characteristics of the agricultural production in the Guan Zhong Plain are analyzed in this paper. Using the method of the fuzzy cluster we divided the plain into two subregions first, that is, the eastern semi-arid grain-cotton region and the western semi-humid grain-oilcrop region. The boundary between them corresponds to the isopleth 1.50 of the mean annual arid index. Further the result of subdivision is discussed in term of the inter-regional similarities and the difference between the two subregions. Finally, we evaluated the economic benefits which would be obtained by adjusting crop distributions according to the result of the subdivision.