

# 豫西山区与承德基地相似距研究\*

王 谦 董中强 李 有 陈景玲

(河南农业大学气象教研室 郑州 450002)

**提 要** 用修改欧氏距离和马氏距离,分析了豫西山区不同海拔与河北省承德地区,全国闻名的良种繁育基地玉米制种的农业气候相似性. 确定了与承德地区相似的玉米制种海拔界限为334—1 215m. 其中海拔500m 以上农业气候条件更为适宜.

**关键词** 豫西山区 玉米制种 农业气候相似距离

玉米是河南省大宗粮食作物,种植面积和产量仅次于小麦,占秋粮第一位. 60年代以来,全省不断繁育、推广杂交种,有效地促进了玉米生产的发展. 但近年来,省内种子市场一直存在着价格不稳定的问题. 其根源在于没有自己的良种繁育基地,不同程度地要从外省调种,在外来种子冲击下,市场波动很大. 从全国玉米种子的繁育过程看,包括在河北省有优良良种繁育基地,以及为加代而去海南南繁等,都反映出限制玉米制种的主要因子是气候条件,而且在有一定降水或灌溉条件时,温度是最主要的限制因子. 过去河南省玉米制种地区和玉米生产一样,主要在平原地区,由于高温危害重,产量低而且不稳定,不能很好地满足市场需求. 这说明平原地区的气候条件是不适宜的. 但河南省有大面积的山区,其中的气候条件复杂多样,势必可以找到适宜于玉米良种生产的气候条件. 而且山区具有天然的隔离屏障,非常适宜于玉米制种要求. 在这样的地区建立基地才是科学的,也是有发展前途的. 豫西山区集中了河南省大部分贫困县,建立制种基地,发展种子生产,有利于开发山区气候资源,帮助山区农民脱贫致富.

豫西山区面积很大,海拔由平原的100m 过渡到1 500m 以上,适宜玉米制种的范围至今尚无定论. 河北省承德地区是全国闻名的良种繁育基地(以下简称承德基地),其气候条件是适宜玉米制种生产的,在豫西山区若找到与之相似的农业气候区,即是发展河南省良种基地的适宜区. 本文拟对豫西山区和承德基地间玉米制种的农业气候相似性进行分析.

## 1 材 料 和 方 法

### 1.1 站点和资料

豫西浅山区正规气象站较多,而高山区(海拔>800m)站点缺乏,为弥补这种不足,在高山区选站点4个(卢氏县杜关,嵩县王莽寨、五马寺和栾川县三川),并在平原选一个代表点. 高山区新选的站点完全按照前国家气象局地面气象观测规范的要求建站、设置观测

\* 本文是“用农业气候相似原理解决河南省玉米制种低产和技术研究”课题论文之一.

本文收稿日期:1994-09-08,改回日期:1995-06-12.

项目以及进行观测。其中卢氏县杜关站从1983年已开始积累资料,最短的资料为五马寺站,1989—1993年已积累资料5年。在河北承德地区选:遵化,迁安、兴隆、青龙、滦平、承德等站点,抄录其县级同期气象资料分析。从每年玉米生长期的4—9月各旬资料,看农业气候要素值在玉米生育期内的分配特点。

### 1.2 相似性研究方法

农业气候相似性研究最早是美国作物生态研究所的纳顿逊(M. Y. Nuttenson),从1947—1961年的工作,经后人不断完善,现已成为科学引种;农牧专业化、区域化;研究作物高产、稳产的气候原因;以及农业气候条件的分类所必不可少的理论和方法<sup>[1]</sup>。这里是针对玉米制种的农业气候相似。

#### 1.2.1 欧氏距离

对于研究的多种气候要素的多个站点的观测值,构成  $m$  维空间上  $n$  个点的样本集,可以写成下面的形式

$j$	$A_1$	$A_2$	$\cdots$	$A_n$
$k$				
$P_1$	$X_{11}$	$X_{12}$	$\cdots$	$X_{1n}$
$P_2$	$X_{21}$	$X_{22}$	$\cdots$	$X_{2n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\cdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\cdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\cdots$	$\vdots$
$P_m$	$X_{m1}$	$X_{m2}$	$\cdots$	$X_{mn}$

式中  $A_j$  为空间各点( $j=1,2,\cdots,n$ ); $P_k$  为农业气候要素( $k=1,2,\cdots,m$ )。式中共选11个站点,则  $n=11$ ,对于一个要素的分析,4—9月逐旬资料,共18旬,故  $m=18$ 。若同时分析两个要素,则  $m=36$ 。

为消除农业气候要素的量纲,需要对样本集进行标准化。

$$X'_{kj} = (X_{kj} - \bar{X}_k) / \sigma_k$$

式中  $X_{kj}$  为样本集中的各元素; $\bar{X}_k$  为第  $k$  种因素的各地均值; $\sigma_k$  为第  $k$  种因素的均方差; $X'_{kj}$  为标准化后的样本集中的各元素,得新样本集

$j$	$A_1$	$A_2$	$\cdots$	$A_n$
$k$				
$P_1$	$X'_{11}$	$X'_{12}$	$\cdots$	$X'_{1n}$
$P_2$	$X'_{21}$	$X'_{22}$	$\cdots$	$X'_{2n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\cdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\cdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\cdots$	$\vdots$
$P_m$	$X'_{m1}$	$X'_{m2}$	$\cdots$	$X'_{mn}$

修改欧氏距离系数表达式为

$$d_{ij} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (X'_{ik} - X'_{jk})^2} \tag{2}$$

式中  $d_{ij}$  为  $i,j$  两地间的修改欧氏距离; $X_{ik}$  和  $X'_{jk}$  分别为第  $i$  和第  $j$  点第  $k$  种要素标准化后的数值。

按修改欧氏距离,一般距离系数取小时为相似性强的点,且  $d_{ij} > 1.0$  为不相似,对于

$d_{ij} < 1.0$ 时,可根据需要按  $d_{ij}$ 大小划分相似等级,以评价农业气候条件的相似程度. 对于不同的气候要素(温度、降水、日照时数和最高气温)可分别应用欧氏距离计算方法,分析其相似性.

欧氏距离计算中,可将多种气候因素并列起来,只是改变样本集中空间各点的维数  $m$ ,即可进行多种气候要素的复合相似性的分析. 但需有各气候要素间相互独立的条件. 如果各气候要素间相关较大,则计算出的欧氏距离系数大小不能真实反应相似程度. 在分析玉米制种两个主要因子——温度和降水复合的农业气候相似性时,二者相关系数较大,则不宜采用欧氏距离. 这时可采用马氏距离来分析相似性.

1.2.2 马氏距离

对于标准化的样本集  $(X'_{ij})$ ,有下式

$$d'_{ij} = (X'_i - X'_j)'(C_p)^{-1}(X'_i - X'_j) \tag{3}$$

式中  $i, j = 1, 2, \dots, n$ ;  $d'_{ij}$ 为第  $i$  和第  $j$  点间的马氏距离,  $X'_i, X'_j$  为第  $i$  和第  $j$  个标准化变量;  $(X'_i - X'_j)'$  为  $(X'_i - X'_j)$  的转置矩阵;  $(C_p)^{-1}$  为样本集  $(X'_{ij})$  的协方差矩阵的逆矩阵. 对于  $m$  维空间的变量,有  $m \times m$  个二阶中心矩,组成协方差矩阵  $(C_p)$ ,然后对其求逆矩阵,即可用式(3)求马氏距离.

马氏距离通过求协方差矩阵的逆矩阵,考虑并消除了变量间的相关性,可客观准确地反映各点间两种以上气候要素的复合农业气候相似性.

以上两种相似距离的计算均采用 PC—1 500计算机进行.

2 结 果 分 析

2.1 单一因素的分析

2.1.1 气温

豫西山区各点与承德基地中多点相似距平均值如(表1),可见随着海拔增加,相似距由大变小,然后又增大. 相应的旬平均温度的对比是:随着海拔增加,豫西山区的旬平均

表 1 气温的相似距平均值

Table 1 The mean similarity of temperatures

站	点	伊 川	汝 阳	渑 池	杜 关	王莽寨	三 川	五马寺
海	拔(m)	197.3	306.0	505.8	890.0	1000.0	1200.0	1500.0
平均修改欧氏距离		1.27	1.00	0.61	0.51	0.60	0.95	1.51

温度先大于承德基地,然后逐渐与承德基地相接近,如渑池与遵化相似距离  $d = 0.24$ ,两地旬平均温度的变化几乎相同;随着海拔再增高,旬平均温度开始低于承德基地,造成相似距离增加. 这说明豫西山区在适当的海拔范围内存在着与承德基地很相似的地区. 另外直接对比豫西山区和承德基地的旬平均气温,可见其升降趋势是一致的,这更适合相似距离的分析代表性强. 海拔在300m以下的点,与承德基地的修改欧氏距离大于1.00不相似,代表了平原地区与承德基地的相似性较差. 海拔300m以上至三川的相似距均小于1.00,为不同程度的相似. 其中杜关相似性最好,相似距离近似0.50,三川相似距离接近1.00,已近于不相似,五马寺的相似距离大于1.50,完全不相似.

山区各点的相似距与其相应海拔点呈“V”字形变化,700m 以下和700m 以上各呈一直线变化(图1).

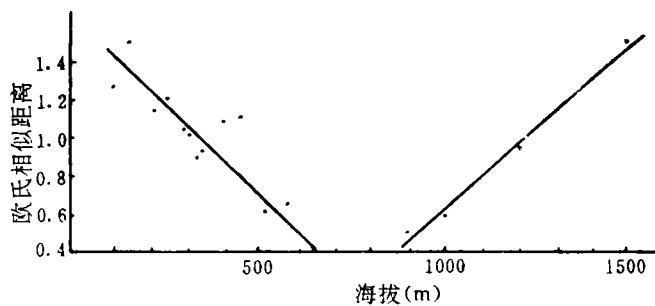


图1 气温相似距回归直线  
Fig. 1 The regression line of the similarity of temperature

首先对低海拔点进行线性回归,得回归方程

$$d_{低} = 1.6194 - 0.001854h \tag{4}$$

式中  $d_{低}$  为700m 以下低海拔相似距; $h$  为海拔. 其相关系数  $r_{低} = -0.9516$ ,通过  $t$  检验,相关显著,因而回归方程是有意义的. 对式(4)令  $d_{低} = 1.00$ ,得  $h = 334.0\text{m}$ ,即相似的最低海拔界线为334.0m.

对海拔700m 以上的点线性回归,得回归方程

$$d_{高} = 0.00169h - 1.0538 \tag{5}$$

式中  $d_{高}$  为高海拔地区的修改欧氏距离. 其相关系数  $r_{高} = 0.9948$ ,  $t$  检验在99.5%的置信水平下通过显著性检验. 应用式(5)令  $d_{高} = 1.00$ ,得  $h = 1\,215\text{m}$ ,即相似的最高海拔界限为1 215m. 这与1991年以来多年玉米制种试验的地理分期播种结果完全一致.

2.1.2 降水

部分站点的修改欧氏距离(表2). 各点均大于1.00而不相似. 但总的规律仍为杜关相似距最小,在山区亦有从低海拔向高海拔相似距变小后又增大的变化规律,与温度类似.

表2 降水的相似距平均值  
Tab. 2 The mean similarity of precipitations

站 点	郑 州	杜 关	王 莽 寨	三 川	五 马 寺
平均修改欧氏距离	1.468	1.379	1.550	1.769	1.758

从玉米制种实际生长期降水来看,杜关为610.8mm,承德为500.4mm,遵化为744.7mm,豫西山地处于承德基地的平均水平. 据资料<sup>[2]</sup>,春玉米比夏玉米需水量多,春玉米全生育期总需水量3 658.5m<sup>3</sup>/ha,折合降水量365.9mm. 豫西山区生长期降水量超过此值,即总的降水量能满足要求. 另外,玉米生产一般150—200kg 的亩产量,全生育期

需水350—400mm,300—350kg的水平则需水500—600mm<sup>1)</sup>,豫西山区的降水已达到可满足300—350kg的单产需水水平。两地欧氏距离大跟两地降水季节分配特点不同有关,逐旬对比豫西山区与承德基地各点降水可以看出,豫西山区降水分配相对均匀,而承德前期降水较少,后期偏多。而豫西山区降水在玉米生长前期降水高于承德基地,7月中旬以后情况相反。玉米在抽穗后,即进入开花授粉期,阴雨天过多对授粉不利,则豫西山区降水在满足需水前提下,少于承德基地,对开花授粉有利。据资料<sup>[2]</sup>,计算玉米需水量前后期比例及实际降水量分配比例对比分析(表3),可见无论春玉米、夏玉米,其生长期降水前、后期分配的比例,豫西山区都比承德基地更接近需水量的比例要求。

表 3 玉米长期降水分配对比

Table 3 Contrast of the precipitation distribution of maize growing seasons							
春    玉    米				夏    玉    米			
生育期		播种—抽穗	抽穗—成熟	生育期		播种—抽穗	抽穗—成熟
需水量占全生育期(%)		50.42	49.58	需水量占全生育期(%)		45.09	54.91
实际降水分配(%)	杜关	53.90	46.10	实际降水分配(%)	澠池	44.51	56.49
	青龙	32.70	67.30		遵化	39.34	60.66

2.1.3 最高气温

最高气温的修改欧氏距离,跟温度的规律更为接近,杜关最为相似,其修改欧氏距离的平均值为0.963。随海拔增加,各地相似距先变小后又增大,至三川相似距仍小于平原对照点。而五马寺的相似距达2.230,已完全不相似。最高气温各点对比可以看出(表4),豫西山区500m以下高于承德,500—800m与承德相当,800m以上低于承德,这说明低海拔地区高温危害多于承德,而高海拔高温危害少于承德基地,500m以上相当于或优于承德基地。

表4 各地最高气温的对比

Table 4 Contrast of maximum temperatures								
站名	郑州	汝阳	孟津	嵩县	洛宁	三门峡	灵宝	澠池
海拔(m)	100.0	306.0	321.2	326.5	328.3	410.1	474.0	505.8
7月	32.4	32.1	31.3	32.2	32.1	31.9	32.1	30.6
8月	30.8	30.6	29.9	30.7	30.9	31.1	31.1	29.4
站名	卢氏	栾川	杜关	王莽寨	三川	五马寺	遵化	承德
海拔(m)	568.8	750.1	890.0	1000.0	1200.0	1500.0	54.9	375.2
7月	31.5	30.0	28.0	27.3	28.4	24.2	30.2	29.8
8月	30.1	28.6	25.9	25.1	25.9	21.2	29.4	28.4

2.2 温度和降水的复合相似距

以高海拔为例,对玉米制种生长期温度,降水值在高海拔区选4个点,加上平原对照和

1)北京农业大学,黄淮海平原“六五”科技攻关报告论文集之六,黄淮海地区农业气候资源开发利用及图集105—113.

承德基地共11个点,12维空间样本集,先标准化,然后求马氏距离(表5)。这跟温度的高海拔地区规律相似,随着海拔增加而增加,到三川以上超过平原代表点。山区各点马氏

表 5 温度和降水的复合相似距					
Table 2 The compound similarity of temperatures and precipitations					
站 点	郑 州	杜 关	王莽寨	三 川	五马寺
马氏距离	25.42	15.07	17.43	35.62	54.56

距离,也有明显的线性变化规律,经线性回归,得回归方程

$$d' = 0.681\ 2h - 47.50$$

(6)

式中  $d'$  为马氏距离; $h$  为海拔。二者相关系数  $r=0.9922$ ,经  $t$  检验在99.5% 的置信水平下通过显著性检验(图2)。与图1高海拔部分直线相比较,二者非常类似,相关系数大小也近于相等,马氏距离的结果说明,综合水热因子的气候条件相似性类似于温度的相似性,等于单因子的相似性,即与单因子分析结果一致。

3 结 论

1. 通过相似分析发现,豫西山区确实有与河北承德良种基地的玉米制种农业气候相似地区,河南省具有良种繁育基地的农业气候条件。
2. 综合各相似距分析结果,在海拔224—1 215m 范围内与承德玉米制种基地是相似的;其中500m 以上更为适宜。旬平均气温欧氏距离在1.00以下,相似性好,降水优于承德,最高气温与承德相当。

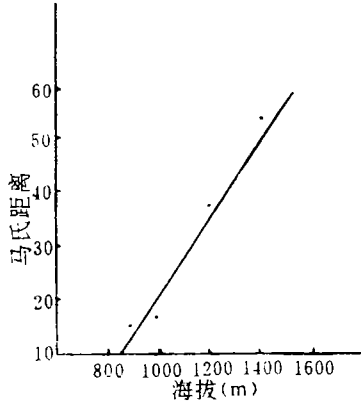


图2 温度降水复合相似距回归直线  
Fig 2 The regression line of compound similarity of temperatures and precipitations

参 考 文 献

[ 1 ] 魏淑秋,沈雪芳,周惠萌等. 作物气候三维相似分析及区划方法探讨. 北京农业大学学报,1983,9(2):1—11.

[ 2 ] 山东农学院. 作物栽培学(北方本)上册. 北京:农业出版社,1980.228.

## STUDY ON THE CLIMATIC SIMILARITY BETWEEN THE MOUNTAINOUS REGION OF WEST HENAN PROVINCE AND THE CHENGDE BASE

Wang Qian Dong Zhongqiang Li You Chen Jingling

*(Teaching and Research Section of Meteorology, Henan Agricultural  
University Zhengzhou 450002)*

### Abstract

In Henan Province, the seed market of hybrid maize is unstable, because there isn't domestic base of crossbreeding. In the mountainous region of west Henan Province, the suitable range of the altitude for crossbreeding is undetermined. Chengde of Hebei Province is the state base of maize crossbreeding, where the agri-climate condition is suitable for the maize crossbreeding. The similarity of the agri-climate factors of maize crossbreeding in the mountainous region of west Henan Province and in Chengde Base was studied. The results show that at the medium altitude, the similarity is the best. The limit altitude of the similarity is at 334—1 215m. The best height is 500—1 215m. In the forenamed limit altitude, the precipitation distributions in the mountainous region of west Henan Province are better than those in Chengde Base; and the maximum temperatures in the mountainous region of west Henan Province are higher than those of Chengde Base. The results of compound similarity are consistent with those of the temperature.

**Key words** the mountainous regions of west Henan Province, maize crossbreeding, agri-climatic similarity