

对低山丘陵作物地形小气候利用等级的评判

彭钊安 胡萌夫

于仲吾*

(江苏镇江市农业气象研究所) (江苏宜溧山地林业气候研究组)

一、引言

各种类型的丘陵山区地形往往形成不同的小气候环境，研究某些特定作物对地形小气候的要求，对于合理开发丘陵山区，提高土地气候生产力有着重要的意义。本文提出一种模糊型的分类方法，评判某一作物对某类地形小气候的利用等级。

在山地考察中，不能每块小地域都长期设点观测，只能选择本地有代表性的各种类型的地形进行有限观测，从中找出其规律性。我们在宜溧山地考察中发现，局部小气候差异，主要是海拔高度、坡向、屏障地形、坡度、距水体远近等因素的影响造成。同时，研究几种主要亚热带经济作物的适生（包括安全生育、产量、质量等）气候条件，然后评判某一地域的“地形小气候”对种植某种经济作物的适应程度。也就是说，假定有一块地域A，它的“小气候条件”对发展某种经济作物是否有利，有利到什么程度，属于哪一类？一般说来，造成A域“地形小气候”的各个影响因子对某种经济作物的作用是不一样的。例如，A域按坡向对发展柑桔属Ⅱ等小气候，而按“海拔”来说A域应属Ⅳ等小气候……。那么综合来说A域对发展柑桔应属几等小气候？如果发展茶叶又是几等小气候？这就是本方法试图解决的问题。

二、一般形式

以某一地域的“地形小气候”对种植某种作物的适应程度，作为考虑该地域小气候等级评定的“着眼点”。设引起小气候差异的有M个因子， F_1, F_2, \dots, F_M 。每个因子都对应一个状态集 $V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{im}$ 。 $i=1, 2, \dots, M$

每个因子状态集都是一个对指定作物从优到劣的全序集，且满足：

$$V_{i1} > V_{i2} > \dots > V_{im}$$

本文根据实际情况选取5个因子 ($M=5$)

① F_1 为地形坡向因子，对应的状态集为：

$V_1 = \{\text{南, 西南, 东南, 西(东), 东北, 西北, 北}\}$

由于到达各坡向上的太阳辐射强度不同，而引起各坡向的热量有差异。据推算，本地同高度、同坡度、不同坡向的直接辐射量的比值大体如表1所示。据考察资料，各坡向（在没有水体影响下）热量状态也符合 V_1 状态。

表1 直接辐射量比值

坡 向	南	东南, 西南	西, 东	东北, 西北	北
直接辐射量比值	1	: 0.9	: 0.6	: 0.5	: 0.4

② F_2 为种植界限高度（相对高度，米）。

$$V_2 = \{>20, <70, 70-100, 100-150, 150-250, >250, <20\}$$

由于我地山体相对高度大都在300米左右，主要应考虑热量的垂直状态及冬季逆温状态，这与亚热带作物能否安全越冬有关。

据考察资料，本地气温随高度的平均递减率为 $\bar{\gamma}=0.57^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ （见表2）。大致每上升100米，递减率平均增加 0.2°C 左右。

表2 各高度的平均递减率（1981年铜官山考察资料）

相对高度（米）	0—100	100—150	150—250	250—450
平均递减率（ $\bar{\gamma}$ ）	0.33	0.46	0.65	0.83

又据资料，冬季山地逆温状态与山体大小有关。本地逆温一般出现在20—250米。高度在300米以下的山体，逆温暖带层在100米以下，并以20—70米最为显著（表3、表4）。

表3 铜官山坡地低温分布（1981，各坡向平均）

相对高度（米）	0	100	200	450
日平均最低气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	-1.7	-1.2	-1.7	-3.6
日极端最低气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	-8.5	-6.3	-6.7	-9.2

* 参加此项工作的还有章锦发、史建庆、宗行海、谈虎生等。

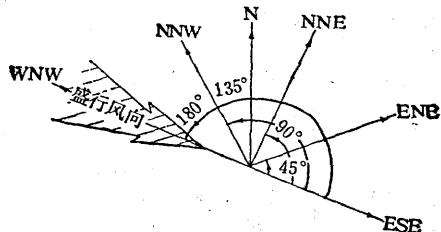
表4 南山坞坡地最低气温分布(1982—1983年冬季)

相对高度(米)	0	20	50	70
平均日最低气温	-4.1	-1.4	-1.6	-1.4

③ F_3 为屏障地形对气流的滞留(简称屏障地形)。

$$V_3 = \begin{cases} \text{ESE-E E-NE NE-N} \\ \text{ESE-SE SE-S S-SW} \\ 0^\circ, 0^\circ - \pm 45^\circ, \pm 45^\circ - \pm 90^\circ, \\ \text{N-NW NW-WNW} \\ \text{SW-W W-WNW} \\ \pm 90^\circ - \pm 135^\circ, \pm 135^\circ - 180^\circ \end{cases}$$

上述状态划分,主要考虑不同山体走向对冬季冷空气入侵的阻滞和“屏风”作用不同。如1981年冬五次冷空气入侵时,测得最低气温迎风坡比背风坡平均低1.4℃,风速相差更甚。鉴于此, V_3 状态按本地冬季最多风向频率WNW风向与山体坡向的夹角划分。即:WNW迎风坡为180°,ESE背风坡为0°(见附图)。



附图 冬季盛行风向与坡向夹角示意图

④ F_4 为陆地与水体距离因子(公里)。

$$V_4 = [<3, 3-6, 6-9, 9-12, >12]$$

上述状态划分,主要依据我们对太湖西岸陆地考察资料(见表5)。水体对沿湖气温和空气湿度有明显的调节作用,这种作用随着离湖距离增大而减小。据考察资料(这里未分离出上风方和下风方的影响,只取平均状况),经拟合后得方程 $\Delta T = 9.25 + 0.18x$ 。 ΔT 为平均日较差;x为距水体距离, $d(\Delta T)/dx = 0.18^\circ\text{C}/\text{公里}$,日较差大约每3公里增加0.5℃。

表5 各测点的平均日较差(1983年冬春,太湖西岸)

测 点	洋 清	洋 清	头 阳	湖 汉
水陆距离(公里)	1.5	3.2	6.5	11.6
ΔT (℃)	9.6	9.9	10.1	11.5

⑤ F_5 为坡度因子(度)。

$$V_5 = [<10^\circ, 10^\circ - 15^\circ, 15^\circ - 20^\circ, 20^\circ - 25^\circ, 25^\circ - 30^\circ]$$

主要考虑坡度造成降水的再分配,在同等降水条件下,地表径流随坡度而增大,从而降低了降水利用的有效性。参考《小气候与农田小气候》(翁

筠鸣等编著)引用的资料,结合本地不同坡度盛夏土壤湿度状态,估算出坡度 $\leq 30^\circ$ 时,径流系数 $a = 0.184 + 0.007\varphi$ (φ 为坡度),对日降水量为50毫米的利用率(见表6)大致划分为 V_5 状态。

表6 不同坡度降水利用率估算

坡度(度)	<10	10—16	16—23	23—30	≥ 30
利用率(%)	100—75	75—70	70—65	65—60	≤ 60

将上述五个因子按其状态列表如下。

表7 宜溧山区地形小气候评判表

因 子 等 级*	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
I	南	$>20, <70$	0	<3	<10
II	西南, 东南	70—100	$0 - \pm 45$	3—6	10—15
III	西, 东	100—150	$\pm 45 - \pm 90$	6—9	15—20
IV	东北, 西北	150—250	$\pm 90 - \pm 135$	9—12	20—25
V	北	$<20, >250$	$\pm 135 - 180$	>12	25—30

* 为地形小气候等级,下同。

上表可用下列矩阵表示:

$$A = \begin{pmatrix} \alpha_1 P_1 & \alpha_2 P_1 & \dots & \alpha_5 P_1 \\ \alpha_1 P_2 & \alpha_2 P_2 & \dots & \alpha_5 P_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_1 P_5 & \alpha_2 P_5 & \dots & \alpha_5 P_5 \end{pmatrix}$$

其中 P_i 表示地形小气候对某些作物适生条件的等级评定,这里假定优劣标准按等差数列划分5等,给予百分制打分。即:

$$P_1 = 90, P_2 = 70, P_3 = 50, P_4 = 30, P_5 = 10$$

α_i 为某一“地形小气候”等级中,由于各因子的影响不尽相同而规定的各因子的权重,并且按因子状态的全序集确定

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4 > \alpha_5$$

这里权数按“等差级数法”,经过归一化处理后得: $\alpha_1 = 0.25, \alpha_2 = 0.22, \alpha_3 = 0.20, \alpha_4 = 0.18, \alpha_5 = 0.15$ 。

根据 P_i 和 α_i 可以得表8。

表8 地形小气候“质量”指数表

因 子 等 级	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	P_i
I	22.5	19.8	18.0	16.2	13.5	$P_1 = 90$
II	17.5	15.4	14.0	12.6	10.5	$P_2 = 70$
III	12.5	11.0	10.0	9.0	7.5	$P_3 = 50$
IV	7.5	6.6	6.0	5.4	4.5	$P_4 = 30$
V	2.5	2.2	2.0	1.8	1.5	$P_5 = 10$

此外,为较准确地反映各状态等级中的连续变化,可用线性函数 $f_{ij}(x) = ax + b$ 来拟合各因子的状态变化。

由于 F_3 的Ⅱ—V级、 F_4 的Ⅲ—IV级、 F_5 的Ⅱ—V级分级的间距是相等的，故每个因子各级的线性函数方程是相同的，它们分别为：

$$F_3(x) = -0.09x + 16.0 \quad (1)$$

$$F_4(x) = -1.2x + 18.0 \quad (2)$$

$$F_5(x) = -0.6x + 18.0 \quad (3)$$

因子 F_2 各等级间的间距不同，所以该因子各级的线性函数方程也不同：

$$\text{Ⅱ级的 } F_{2,2}(x) = -0.15x + 28.15 \quad (4-1)$$

$$\text{Ⅲ级的 } F_{3,2}(x) = -0.09x + 22.2 \quad (4-2)$$

$$\text{Ⅳ级的 } F_{4,2}(x) = -0.04x + 15.4 \quad (4-3)$$

在实际应用时，如果要判断某地域A的“地形小气候”对某作物的适生等级，只要把A地域上各因子的状态所对应的指数代入

$$R(A) = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^5 \alpha_i P_i$$

$R(A)$ 是A地域所得的分值(1/100为百分数小数化)。然后将所得分值 $R(A)$ 用相密度 $r(P_i)$ 判断属那个等级。

$$r(P_i) = 1 - |R(A) - P_i/100|$$

P_i 是表8中某等级的分值。

如果算出的 $R(A)$ 最接近于所有 P_i 中的一个 P_a ，即使 $r(P_a)$ 达最大，那么A地域对某一作物的适生等级即属于a级。

三、应用举例

现以宜兴县洑东公社一柑桔场为例，将该桔场的各因子代入表8及式(1)一式(4)中进行识别，得表9。

$$R(A) = \frac{1}{100} [17.5 + 19.8 + 14.0 + 16.2 + 6.6] \\ = 74.1/100 = 0.741$$

表9 漵东桔场“地形小气候质量”评价

因子	坡向	种植高度 (米)	屏障地形 (度)	水陆距离 (公里)	坡度 (度)
状态	东南	25—50	22.5	2	19
质量指数	17.5	19.8	14.0	16.2	6.6

$$r(P_2) = \max r(P_i) = 1 - \frac{|74.1 - 70.0|}{100} \\ = 1 - 0.041 = 0.959$$

所以此桔场属Ⅱ等地域。这与生产实际相符。该桔场自引种以来，坡下桔树常冻死，1981年移至25米坡上，生长良好。1982年始产四千多斤；1983年产量近四万斤。如果这一带在ESE坡地栽培柑桔，则柑桔的适生条件将会有提高。由于本地从大气分析属柑桔种植的北缘地带，认为判别属于Ⅲ等或以下地域，就不再适宜种植柑桔了。

四、讨 论

1.本方法应建立在大气候条件相对一致的区域对造成本地小气候差异的影响因子，影响程度和某一作物需要的适生气候条件都清楚的基础上，才能列出影响质量因子 F_i 的状态集。本文列举的系指对本地种植大多数亚热带经济作物而言。

2.在完成各因子状态表后，即可对本地任一块丘陵地形类型进行某一作物气候适生等级的评判，并可进行比较，为引种、布局等提供依据。

3.限于对作物适生气候条件研究不够，本文列举的例证还需进一步完善。好在还可以从目前一些作物已经适生的地形类型中调整质量因子 F_i 的状态集。