

云开大山作物越冬环境合理利用的研究

温 福 光

(广西玉林市区气象局)

提 要

云开大山位于亚热带南缘, 种植亚热带作物热量有余, 种热带作物常常不能安全越冬。为了合理利用地形环境, 本文分析了山地环境避寒原理, 给出了平流型寒害的综合表达指标, 根据不同地形环境, 提出了作物合理种植的建议。

云开大山位于珠江水系西江河段的南侧, 东起苍梧县, 经岑溪、罗定、信宜、容县、北流, 至陆川县, 主体东北西南走向, 绵延广东、广西两省(区)的六个县, 主峰峨楼顶海拔1268米, 次峰大芒顶1044米, 山体膨大, 山势起伏波涛, 山峻谷深, 林木苍翠, 气候资源和生物资源都十分丰富。云开大山位于亚热带南缘, 既属亚热带气候, 又在局部具有北热带气候特点, 地形气候比较复杂, 在发展热带作物中遇到的问题, 其中是冬季寒害问题, 多年实践证明, 在云开大山要避免或减轻冬季寒害的经验措施就是避寒环境的选择。为了合理利用环境气候, 因地制宜多种经营发展农业, 本文就云开大山作物越冬环境合理利用问题作一分析。

一、山地环境避寒原理分析

由于云开大山地处低纬, 冬季冷空气南下后势力已大为减弱, 热带作物越冬常处于寒害临界温度上下, 只要有一山之隔, 温度在寒害临界值以上, 就可以避免或减轻寒害。冬季寒害天气类型, 在云开大山也同其他地方一样, 一般分为三大类, 即平流型、辐射型以及混合型。

1. 平流型环境避寒的原理及气候指标表达方法

(1) 平流型环境避寒原理

平流型寒害是由于冬季乌拉尔山上空有阻塞形势, 较强冷空气源源不断南下, 这时若南方低纬环流条件具备, 就会形成长期的低温阴雨天气。云开大山对平流型寒害的削弱主要表现在两方面:

A. 减弱了风速

影响风速的要素可用下式表示:

$$V = \frac{G \cos \theta}{r} \quad (1)$$

V为风速; G为气压梯度力; θ 为偏向角; r为摩擦系数。

冬季冷空气南侵时, 云开大山走向近似于与气压梯度力方向垂直, 偏北风遇山后, 偏向角加大, 风速变小, 山体是摩擦系数很大的障碍物, 摩擦系数越大, 风速越小。

B. 背风坡的增温效应

云开大山海拔高度多为600—800米, 从山顶到山脚有较大高度差, 偏北风遇山受阻后继而沿山坡作上升运动, 到达山顶后, 一部分向南发生波状运动, 彼此摩擦风速减弱, 另一部分沿着南坡下沉, 从而在南坡形成增温效应。冷空气沿南坡下沉增温效应可表达为:

$$T = T_0 + \frac{L}{C_p} (q_0 - q) \quad (2)$$

式中T、q为气流在南坡下沉后的温度和比湿; G为定压比热; L为凝结潜热; T_0 、 q_0 为气流在北坡同高度的温度和比湿。地形高度差越大, $(q_0 - q)$ 大, 则T越大, 在南坡的增温效应越大。

从A、B分析知道, 偏北风遇云开大山后, 在南坡改变了风向, 减小风速, 从而减少了蒸发所消耗的热和气流所扩散的热, 另一方面, 偏北风越山后作下沉运动, 发生增温效应。所以山地相对高度越高, 对冷平流的削弱愈显著, 南坡的防寒效果愈好。

屏障距离与南坡防寒效果有很大关系, 玉林地区气候调查工作队1979年10月19日在海拔1157.6米的南坡设三点观测, 三点与山顶的水平距离分别为4000、5800、14000米, 水平距离分别为山高的4、6、11倍。各测点温度表明(见图一), 当屏障为海拔一千米左右高山时, 南坡在山高4—6倍的水平距离处温度较高。

(2) 平流型寒害气候指标表达方法

平流型寒害, 低温受害有累积作用, 有害低温的累积量越多, 受害越严重。如果单独考虑低温受害, 则用寒害临界温度减去当日平均气温, 求出逐日累加量, 称为某段时间或某次过程的低温害积量。表达式为:

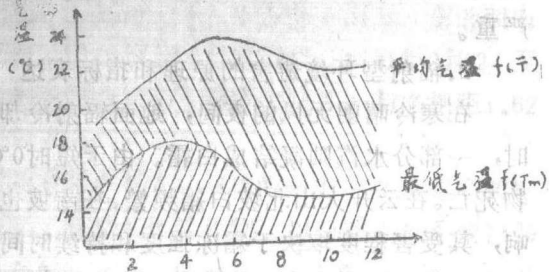


图1 南坡水平距离为山高倍数气温变化图

$$T_D = \int_{i=1}^n (T_0 - \bar{T}_i) dt \quad (3)$$

式中 T_D 为低温害积量($^{\circ}C$); T_0 为作物寒害临界温度($^{\circ}C$); \bar{T} 为平流型过程日平均气温($^{\circ}C, \bar{T} \leq T_0$); $i=1, 2, 3 \dots n$ 为平流型过程日序; n 为平流型过程连续天数。

低温害积量反映了平流型过程冷空气强度及持续时间。低温害积量越大, 寒害越严重。

但是热带作物越冬期寒害, 不但受温度影响, 而且受日照和雨日等要素影响, 如果长期无日照, 连续阴雨天气, 日平均气温不很低, 低温害积量不多, 也会受危害; 在长过程的平流天气, 中间每隔5—7天有几个小时的短暂日照, 有进行光合作用解饥的机会, 就可

以大为减轻寒害程度。因此,平流型寒害,应把温度和日照同时考虑,把日照时数作为对寒害的一个缓解因素。但是日照时数缓解数量作用并不与温度数量等同,随着日平均气温范围不同,日照缓解作用也不同。为了加强温度的权重作用,本文用日照缓解的经验订正方法,根据经验,多数热带作物的日照缓解可以用下式订正:

$$\Delta S = 2.606478 e^{-\frac{0.071}{s}} \quad (4)$$

式中, ΔS 为日照时数缓解订正值(小时); S 为实际日照时数(小时)。在平流型过程中,某天日平均气温加上日照缓解订正值,则为当天光温积量,例如某天日平均气温 9°C ,日照为3小时,日照缓解订正值 $\Delta S = 2.606478 e^{-\frac{0.071}{3}} = 2$ (小时),当天光温积量为 $9 + 2 = 11$ (度时)。

光温积量低于某一数值,则对热带作物有害,这就是热带作物生长的光温积量临界值。低于热带作物生长临界值的光温积量累加值,称为热带作物的光温害积量。光温害积量的表达式为:

$$T_s = \int_{i=1}^n (T_{s_i} - \bar{T}_i - \Delta S_i) dt \quad (5)$$

式中 T_s 为光温害积量(度时); \bar{T} 为平流型过程日平均气温($^{\circ}\text{C}$); ΔS 为日照缓解订正值(度时); $i=1, 2, 3, \dots, n$; n 为平流型过程连续天数。

光温害积量是反映平流型寒害程度的气候指标,既考虑了日平均气温,也考虑了日照时数,实际上也间接考虑了雨日。光温害积量越多,表明连续低温阴雨越长,热带作物寒害越严重。

2. 辐射型环境避害的原理和指标表达

在寒晴晴朗无风的夜间,地面辐射冷却,贴地层的空气冷却较快,当气温降到冰点以下时,一部分水汽则凝结成白霜。由于短时 0°C 以下低温,热带作物细胞原生质脱水,导致作物死亡。在云开大山北坡白霜频繁,在南坡也大部分地方有白霜。白霜对热带作物有很大影响,其受害程度取决于霜冻强度和持续时间。霜冻强度与地形冷空气迳流发生有很大关系。辐射冷却时,密度大的冷空气,由于地球重力作用,从高处往低处流动,积聚在较低的地段,这种冷空气流动的方式称为冷空气迳流。

据日本吉野正敏研究,冷空气迳流可用下式表示:

$$V = \sqrt{2gh \frac{(T' - T)}{T}} \quad (6)$$

式中 V 为冷迳流的速度; g 为重力加速度; h 为冷迳流流下的坡面高度差; T' 为环境温度(K); T 为冷迳流气温(K)。

高度差(h)越大,冷空气移动越快,遇到屏障则停滞堆积起来,冷迳流温度愈低,移动愈慢,作物受害愈严重。

辐射型霜冻对热带作物危害,强度是主要的,但持续时间长会加重危害。辐射型冻害的

气候指标，可直接用最低温度。根据经验，一般百叶箱最低气温 3.5°C 时为冻害临界温度， 2.5°C 时为中等冻害， 1.5°C 时为重冻害。为了考虑持续时间的加重危害，最低气温 $\leq 3.5^{\circ}\text{C}$ 的连续天数（中间允许有1—2天间隔）的冻害程度可用下式表达：

$T_m = 3.5 - 1.6 \log N$ (7)

式中 T_m 为冻害温度 ($^{\circ}\text{C}$)； N 为最低气温 $\leq 3.5^{\circ}\text{C}$ 连续天数。虽然极端最低气温不很低，但

多次出现也会造成较重的冻害。

二、山地环境合理利用的分析

云开大山地形复杂，形成许多形状不同的小环境，各类环境的气候有很大差异，特别冬季，平流型和辐射型寒害有很大差别。因此，如何选择地形环境种植，是因地制宜、合理利用云开大山气候资源的重要措施。

1. 马蹄形环境的利用

北、东北、西北三面环山，南面低斜开阔的外围地形，称为马蹄形环境，也称倒V形环境。当偏北冷空气南侵时，遇“八”形山后，冷空气受阻，一部分绕山地两侧运行，气流由辐合到辐散，风速减小，另一部分越过山顶再沿南坡下沉产生增温效应。这样，能到达“八”形坡内的冷空气分量很少，即使到达坡内的也已发生了变性。因此，“八”形环境在平流型天气里，具有很好的避寒效果。另一方面，“八”形环境，一般是北高南低，小溪从北向南倾泄，辐射冷却时，环境温度比较高，所形成的冷迳流温度也相对偏高，特别是冷迳流从上往下流动后，很快顺着南面低斜开阔地排泄，冷迳流厚度小，流速快。因此，在辐射型天气里，冻害大为减轻，或没有冻害。如北流县白马乡，北面有云开大山屏障，西北、东北面有山地伸展，向南有小河贯流，形成典型的马蹄形环境，其冬季温度显著偏高，1981年2月24至3月3日为弱平流天气过程，全过程平均气温，马蹄形内的白马乡温度 15.1°C ，与之相距1.62公里的北坡平政乡温度 13.0°C 。

在广西境内的马蹄形环境，北面屏障较高，在距离屏障高度4—6倍的地方，冬季避寒效果相当显著，可以种植要求越冬温度条件较高的橡胶、胡椒等热带作物，以及建立冬季紫胶保种基地。橡胶冬季最重一次 ≤ 12 （度时）的光温害积量 ≥ 70 （度时），或极端最低气温 $\leq 1.5^{\circ}\text{C}$ （包括连续低温订正）为重寒（冻）害年，最重一次 ≤ 12 （度时）的光温害积量50—70（度时），或极端最低（百叶箱内）气温 $\leq 2.5^{\circ}\text{C}$ （包括连续天数低温订正）为中等寒（冻）害年。冬代紫胶冬季最重一次 ≤ 12 （度时）的光温害积量 ≥ 60 （度时）为重寒害年，30—60（度时）为中等寒害年。广西境内的马蹄形环境，多数橡胶无重寒（冻）害年，冬代紫胶也少有重寒害年，要珍惜这种环境，多发展上述作物。

2. 四面环山环境的利用

四周为高地，中间为低洼盆地或低矮地段。这种环境，冷空气难进难出，平流期风速较小，温度较高；但辐射期冷迳流不易排泄，形成很深的冷湖。冷湖深度与辐射强度有关，同时也与缺口相对高度有关，冷迳流的冷空气厚度堆积到地形最低缺口高度时，冷空气则从缺口外溢，往往霜线高度与缺口相吻合，因此霜冻很重，冷湖内地段位置越低霜冻越严重。这种效应，不需要很高的山，只要四周稍高中间稍低的地方，都可以形成冷湖。

此类环境，尽管在云开大山屏障之内，在冷湖内不宜种植橡胶、胡椒等典型的热带作物。在冷湖缺口以上坡位可适当发展一些较耐寒的热带作物。在冷湖内适宜种植荔枝、龙眼等作物。因为荔枝、龙眼越冬期要求既不冻死，又有相对低温。这种相对低温，不是平流型的低温阴雨，而是要求有辐射型的低温（包括连续天数低温订正）。荔枝、龙眼冬季最低气温 -0.5°C 时开始受害， -4.0°C 严重冻害。在不产生冻害的前提下，温度愈低，低温持续时间愈长，愈有利于花芽分化。如迟熟种黑叶荔枝要求 $<1.4^{\circ}\text{C}$ 低温才能完成花芽分化。在云开大山种植荔枝、龙眼，一般能安全越冬，但相对低温条件则多数年份不能满足。为了满足相对低温条件，在冷湖内种植，辐射期温度较低，低温期较长，利于花芽分化，座果率高，产量高品质好。

3. 夹管形环境的利用 中间为南北走向的河谷，两侧为低山，冬季平流期，由于夹管作用，此风被迫通过夹管。北风通过夹管时，产生地形夹管效应，风速明显加大，如图2。

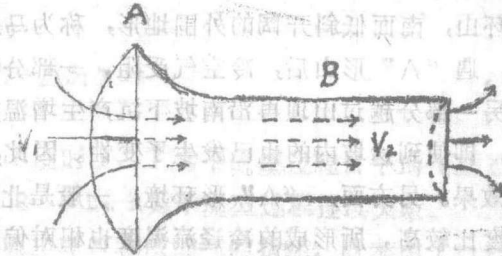


图2 夹管效应图

设管前A处风速为 V_1 ，横截面积为 ΔS_1 ，管内B处风速为 V_2 ，横截面积为 ΔS_2 。则有：
 $V_1 \Delta S_1 = V_2 \Delta S_2$
 $V_1 : V_2 = \Delta S_2 : \Delta S_1$
 由于 $\Delta S_1 > \Delta S_2$
 $\therefore V_2 > V_1$

夹管地形增大了风速，降低了温度。但辐射期冷迳流排路好，冻害较轻。如陆川县为典型的夹管地形，平流期温度低得多，1976年冬最重一次 ≤ 12 （度时）的光温害积量为 111.7（度时），而在云开大山北部的玉林 71.6（度时），纬度偏低 19 分又在云开大山境内的陆川，平流期光温害积量反比玉林多。

此类地形适宜发展夏代紫胶。紫胶分为冬代和夏代，冬代要在良好屏障环境才能越冬，夏代则要求阴凉天气，夹管形环境夏季通风凉爽，利于紫胶蚧越夏。

4. “V”形环境的利用

西、南、东三面环山，北面低斜开口，平流期风速大，温度低，有冷空气积累，寒害严重。辐射期冷迳流温度低，冻害十分严重。因为一方面环境温度低，另一方面冷空气从上往下流时，其上空有一反向的补偿气流吹向上坡，如图3。这种补偿气流，在“V”形坡是冷的北风，环境温度低，冷空气补偿到坡面上方时，很快又变成冷迳流下滑，加强了冷迳流的厚度。冷迳流厚度越大，流速越小，在原地停留时间越长，冻害越严重。

此类环境，适宜种植柑桔、荔枝、龙眼等果树。柑桔在亚热带地区种植，尤其是在从



图3 补偿气流图

北热带向亚热带过渡的云开大山种植，黄龙病危害相当严重，主要是热量太多，尤以冬季霜少而轻，黄龙病（Citrus yellow Shoot Virus）病源传播媒介（木虱），易于越冬。云开大山可以种植柑桔，但为了减少黄龙病危害，要选择冬季强辐射和强平流降温的地段种植。在“V”形环境，冬季霜冻重而且次数多，黄龙病病源媒介不易越冬，可以避免或减少黄龙病发生，或使果树带毒不表现。在“V”形坡内，海拔适当升高，温度降低，更有利于柑桔丰产。

三、小 结

1. 在云开大山种植热带作物不能安全越冬，种植温带作物则嫌冬季温度太高，为了达到因地制宜、稳产高产，不论热带和温带作物都要严格进行地形环境选择。

2. 用光温害积量作为反映平流型寒害指标，把冻害最低温与冻害持续时间结合考虑，作为辐射型冻害指标，能比较客观地反映热带作物的越冬气候指标。

3. 马蹄形环境，平流期风速小，温度高；辐射期，冷迳流厚度小，流速快，补偿气流温度高，冻害少而轻。应充分利用此类环境，发展经济价值高的热带作物。

参 考 文 献

1. 吉野正敏《冷迳流的发生机制》，李师融译，国外农业气象，1984年4期。
2. 乐天宇等《小气候的改善与管理》，农业出版社，1982年12月。
3. J. Seemanu 等《农业气象学》，亦来福等译，气象出版社，1984。
4. 大原源二、内藤文男《补偿法的应用とデータ処理法の開発》，（日）农业气象，1985.3。
5. 内嶋善兵、清野裕《纯一次生产力評価の秘めの筑後モデル》，（日）农业气象，1985.3。
6. 中国科学院数学研究所统计组《常用数理统计方法》，科学出版社，1979。
7. 张培坤《一个山系的风的分布规律及风能探讨》，山地气候文集，气象出版社，1984.12。

THE RESEARCH ON THE RATIONAL USE OF THE ENVIRONMENT FOR CROPS SERVIVING WINTER IN YUNKAI GREAT MOUNTAIN

Wen Fuguang

(Yulin Meteorology Bureau of Guangxi)

ABSTRACT

Yunkai Great Mountain is located in the Southern fringe of south subtropical zone. There is enough heat for planting subtropical crops but not for tropical crops. Tropical crops can not live through winter because of lacking of heat. In order to use the topographic environment rationally, this article analyses the principle of mountainous environment in winter and gives synthetical expression target of stratosphere destitute. According to various topographic environment this article also puts forward a proposal of planting crops tionally.

参考文献

1. 李天平等：《热带作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

2. 李天平等：《亚热带作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

3. 李天平等：《温带作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

4. 李天平等：《寒温带作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

5. 李天平等：《高山作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

6. 李天平等：《高原作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

7. 李天平等：《山地作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

8. 李天平等：《丘陵作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

9. 李天平等：《平原作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。

10. 李天平等：《盆地作物栽培学》，北京农业出版社，1978年。