

## 低丘陵山坡地逆温趋势分析\*

张辉<sup>1</sup> 蔡文华<sup>2</sup> 张伟光<sup>1\*\*</sup> 林新坚<sup>1</sup> 兰忠明<sup>1</sup> 邱孝煊<sup>1</sup>

(1.福建省农业科学院土壤肥料研究所 福州 350013; 2.福建省气象科学研究所 福州 350001)

**摘要** 本研究通过探讨晴夜与非晴夜低丘陵山坡地逆温趋势规律结果表明:出现寒冻害的晴夜的低丘陵山坡地随相对坡位升高,与坡底温差增大,相对坡位与温差存在显著回归关系,逆温最高出现在山坡中上部,最低气温值出现在坡底;非晴夜不同相对坡位温差不大,最低气温均高于0℃,果树无冻害现象发生。晴夜最大逆温为3.3℃,不同坡向对温差变化幅度影响不大。

**关键词** 果树 逆温趋势 坡地 坡位 坡向 晴夜 非晴夜

**Analysis of the trend of temperature inversion by hill slopes.** ZHANG Hui<sup>1</sup>, CAI Wen-Hua<sup>2</sup>, ZHANG Wei-Guang<sup>1</sup>, LIN Xin-Jian<sup>1</sup>, LAN Zhong-Ming<sup>1</sup>, QIU Xiao-Xuan<sup>1</sup> (1. Soil and Fertilizer Institute, Fujian Academy of Agriculture Science, Fuzhou 350013, China; 2. Meteorological Institute of Fujian, Fuzhou 350001, China), *CJEA*, 2007, 15(4): 22~25

**Abstract** The trend of temperature inversion on fine nights and no-fine nights was discussed. Results indicate that when freezing hazard happens in hilly areas on fine nights, with hoist of relative slope of observation point the temperature difference from the bottom of the slope increases. A regression relation exists between relative slope observation point and temperature difference. Highest temperature inversion appears at the middle of the hill and lowest temperature inversion appears at the bottom of the slope. No significant difference in temperature occurs by changing the relative slope observation point. Fruit trees are not injured by freezing and the lowest temperature is always higher than 0℃. The highest temperature difference is 3.3℃ in fine night. The temperature difference does not change significantly among different slope direction.

**Key words** Fruit tree, Temperature inversion trend, Hill slope, Observation point, Slope direction, Fine night, No-fine night

(Received March 15, 2006; revised July 24, 2006)

福建省土地面积为12.14万km<sup>2</sup>,其中山地丘陵占80%以上,丘陵为1.82万km<sup>2</sup>[1]。根据起伏高度,相对高度小于100m的丘陵定义为低丘陵。利用低丘陵山地发展果树栽培,对于充分利用土地资源及气候资源,发展新农村特色果业具有积极意义。寒冻害发生是福建省发展低丘陵特色果业的障碍之一,建立防冻减灾体系为发展特色果业护航刻不容缓[2,3]。为此,对低丘陵山坡地的逆温趋势预测研究成为其中重要环节之一。有研究认为,使龙眼、荔枝遭受重冻害和严重冻害的低温都是由冷平流过后的晴夜辐射降温引起的(A型低温)[4~6]。A型低温现象发生时由于辐射冷却,冷空气密度大而下沉,山坡地常形成上暖下冷的逆温现象(A型低温)。拟利用这一现象发生时的“上暖”,重新合理布局果树品种,有必要对山坡地逆温趋势进行分析研究。

### 1 试验区概况与研究方法

试验点设在福建省闽侯县白沙果场,共观测4个坡(相对高差50~110m的坡2个,0~50m的坡2个)。1号坡海拔高度62~108m,坡向西北,设置6个观测点;2号坡海拔高度78~126m,坡向朝东,设置6个观测点;3号坡海拔高度84~160m,坡向东南,设置5个观测点;4号坡海拔高度80~190m,坡向东南,设置9个观测点。地面植被主要为多年生枇杷、杜鹃、柃木、桂木、乌药、毛冬青、三花冬青、莢迷、黄瑞木等。试验于2005年12月10日~2006年1月10日进行,主要观测1.5m处空气最低温度,采用上海华辰医用仪表有限公司生产的最低温度表观测,每天早上8点测量。将各测点同坡底的高差与该山坡的总高差之比,定义为相

\* 福建省科技厅重点项目(NO.2004N033)和福建省财政专项“福建省农业科学科技创新团队建设基金”(STIF-Y01)资助

\*\* 通讯作者

收稿日期:2006-03-15 改回日期:2006-07-24

对坡位。将各测点同坡底的最低温度的差即温差作为分析值(后文称做“温差”)。本文采用回归方法主要分析晴夜的观测数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 晴夜温差的发展趋势

2005年12月10日~2006年1月10日共出现16个晴夜,根据晴夜的观测数据,进行如下分析:

线性回归趋势。1号坡和2号坡表现出线性回归趋势,如图1a、b所示。1号坡和2号坡山坡总高差分别为46m、48m。晴夜逆温明显,1号坡地达0.7~3.7℃,2号坡地达0.6~3.8℃。随着相对坡位增大,逆温增势明显,最大逆温出现在坡顶。1号坡温差与相对坡位相关系数  $R=0.7775$ , ANOVA 检验的显著水平  $0.000 < \alpha = 0.01$ , 其关系式为:  $y = 1.9322x + 0.4615$ 。2号坡温差与相对坡位相关系数  $R=0.8196$ , ANOVA 检验的显著水平  $0.000 < \alpha = 0.01$ , 其关系式为:  $y = 2.3188x + 0.4118$ 。1号坡地(坡向西北)与2号坡地(坡向东)晴夜温差变化幅度相差不大(0.2℃)。

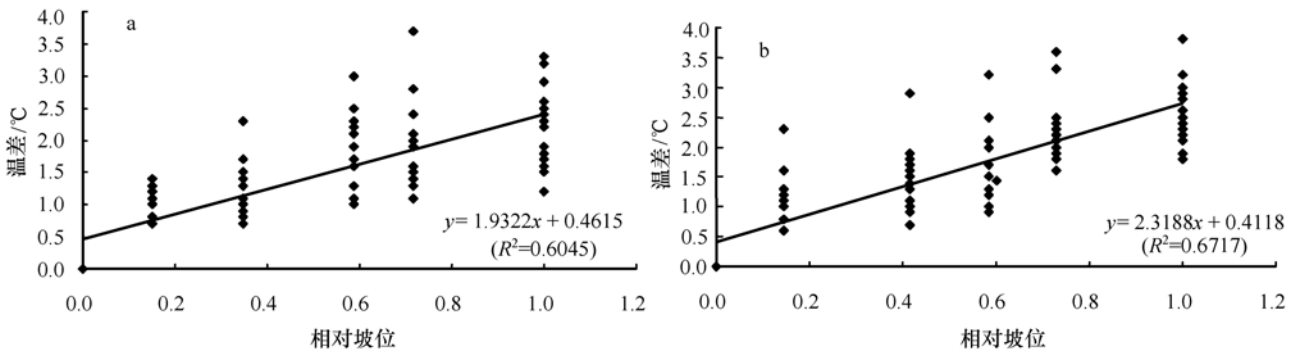


图1 1号坡地(a)与2号坡地(b)温差与相对坡位点聚图

Fig.1 Temperature difference and relative slope location scatter diagram of No.1 slope field (a) and No.2 slope field (b)

一元二次回归趋势。3号坡和4号坡表现出一元二次回归趋势,如图2a、b所示。3号坡和4号坡相对高度分别为76m、110m。晴夜逆温明显,3号坡地达0.4~3.3℃,4号坡地达0.4~3.5℃。随相对坡位增大,逆温增势明显,3号坡地最大逆温出现在相对坡位0.8处,4号坡地最大逆温出现在坡顶。3号坡温差与相对坡位相关系数  $R=0.7942$ , ANOVA 检验的显著水平  $0.000 < \alpha = 0.01$ , 其关系式为:  $y = -2.978x^2 + 4.7833x + 0.0312$ 。4号坡温差与相对坡位相关系数  $R=0.7779$ , ANOVA 检验的显著水平  $0.000 < \alpha = 0.01$ , 其关系式为:  $y = -1.9818x^2 + 4.0798x - 0.047$ 。3号坡(坡向东南)和4号坡(坡向东南)晴夜温差变化幅度相差不大(0.2℃)。

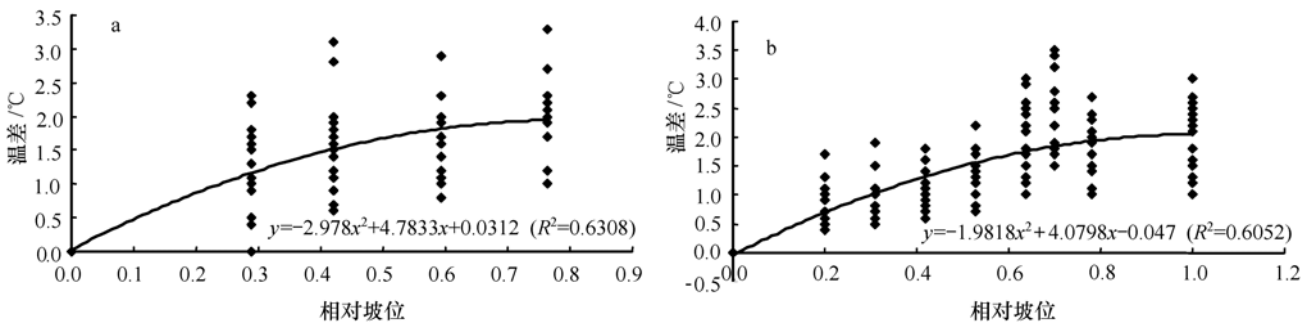


图2 3号坡地(a)与4号坡地(b)温差随相对坡位变化图

Fig.2 Temperature difference varying chart by relative slope location of No.3 slope field (a) and No.4 slope field (b)

极端值情况。据在观测场采用支架悬挂最低温度表与百叶箱内的最低温度进行对比观测的结果表明,悬挂式最低气温比百叶箱内最低气温平均约偏低1.2℃。采用差值进行系统误差订正后,晴天4个山坡各测点的最低气温( $T_d$ )及其与闽侯县气象局(下称县站)的温差( $\Delta t_d$ )如表1所示。由表1可知,1、2、3号坡地基本表现为越往高处最低温度增高趋势明显,相对坡位  $G=1$ ,  $\Delta T_d$ (各测点与坡底点温差)最大,1号坡最大达3.3℃,2号坡最大达2.8℃,3号坡最大达2.3℃,而4号坡则是当  $G=0.7$  时,  $\Delta T_d$  达到最大,最大为2.8℃。

由表1可知,除4号坡第3点  $\Delta t_d$  为0.3℃外,其他各点  $\Delta t_d$  均  $< 0^\circ\text{C}$ , 即除4号坡的第3点气温比县站高0.3℃外,其他各点都比县站低,其中4个坡坡底的  $\Delta t_d$  为  $-2.5 \sim -3.9^\circ\text{C}$ ; 尽管4个坡地山坡顶的  $\Delta T_d$

表 1 试验期间 4 个坡各测点极端最低气温一览表\*

Tab.1 Extremely low temperature schedule of four slope test points in experimental time

测点代码 Code of observation point	气温/°C Temperature															
	1 号坡 Slope 1				2 号坡 Slope 2				3 号坡 Slope 3				4 号坡 Slope 4			
	$G$	$T_d$	$\Delta T_d$	$\Delta t_d$	$G$	$T_d$	$\Delta T_d$	$\Delta t_d$	$G$	$T_d$	$\Delta T_d$	$\Delta t_d$	$G$	$T_d$	$\Delta T_d$	$\Delta t_d$
1	1.0	-1.7	3.3	-0.6	1.0	-2.2	2.8	-1.1	0.8	-2.2	2.3	-1.1	1.0	-1.5	2.1	-0.4
2	0.7	-2.2	2.8	-1.1	0.7	-2.5	2.5	-1.4	0.6	-2.5	2.0	-1.4	0.8	-1.6	2.0	-0.5
3	0.6	-3.3	1.7	-2.2	0.6	-3.3	1.7	-2.2	0.4	-2.8	1.7	-1.7	0.7	-0.8	2.8	0.3
4	0.3	-3.7	1.3	-2.6	0.4	-3.5	1.5	-2.4	0.3	-3.0	1.5	-1.9	0.6	-1.2	2.4	-0.1
5	0.2	-3.6	1.4	-2.5	0.1	-3.8	1.2	-2.7	0.0	-4.5	0.0	-3.4	0.5	-2.3	1.3	-1.2
6	0.0	-5.0	0.0	-3.9	0.0	-5.0	0.0	-3.9					0.4	-2.4	1.2	-1.3
7													0.3	-2.6	1.0	-1.5
8													0.2	-2.6	1.0	-1.5
9													0.0	-3.6	0.0	-2.5

\*  $\Delta T_d$  为各测点与坡底点的温差,  $G$  为相对坡位。

可达 2.1~3.5°C, 但其  $\Delta t_d$  却为 -0.4~-1.1°C。

### 2.2 非晴夜温差的发展趋势

2005 年 12 月 10 日~2006 年 1 月 10 日共出现 12 个非晴夜。由图 3 可知, 1 号坡地温差表现为 -1.1~1°C, 2 号坡地温差表现为 -0.2~1.3°C, 3 号坡地温差表现为 -0.8~1°C, 4 号坡地温差表现为 -1.2~0.5°C。1 号坡地(坡向西北)温差变化幅度较 3 号、4 号坡地(坡向东南)大, 2 号坡地(坡向东)温差变化幅度最小。非晴夜不同相对坡位随温差变化未表现线性或一元二次回归趋势, 无法拟合曲线, 且温差值正负均现。

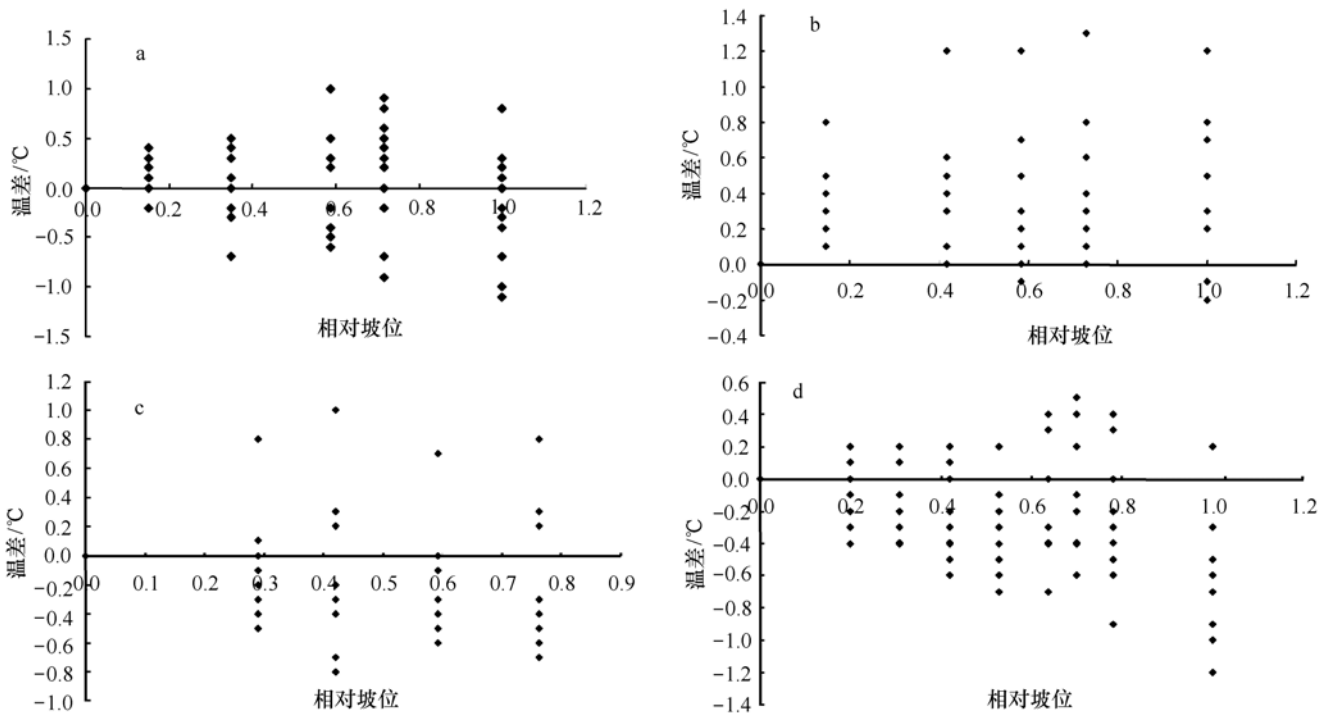


图 3 非晴夜 1 号坡地(a)、2 号坡地(b)、3 号坡地(c)与 4 号坡地(d)温差与相对坡位点聚图

Fig.3 Temperature difference and relative slope location scatter diagram of No.1 slope field (a),

No.2 slope field (b), No.3 slope field (c) and No.4 slope field(d) in no-fine night

### 2.3 温差变化幅度比较

根据所观测 4 个坡不同坡向温差变化幅度可以看出(表 2), 晴夜温差变化幅度比非晴夜大, 东坡较其他 3 个坡而言, 非晴夜温差变化幅度最小, 晴夜温差变化幅度最大。2 个东南坡温差变化幅度相差不大。

### 3 小结与讨论

相对高差低于 60m 的丘陵山坡地,晴夜的最大逆温强度出现在坡顶,即最低气温是随相对坡位增高而呈上升趋势;相对高差约为 110m 山坡的最大逆温强度在相对坡位为 0.7 外,该处的最低气温最高。冬季晴夜逆温规律普遍存在,逆温效应最大达 3.8℃,可在引种特色果树中应用该规律以保证果树在低丘陵地区减轻或避免因强低温造成的伤害。不同相对坡位可依据不同逆温趋势效果,根据不同果树抗寒力,分层引种各式特色果树。对于某一种果树,可根据其低温耐受力,制定低丘陵地区与其相关的地理因子,进行有效的农业区划。从考察白沙果场的 4 个山坡分析,尽管坡地逆温可使山坡中上部气温比坡底平均高 1.9℃,最大可高 3.9℃,若扣除坡底冷空气沉积的负效应,坡地的增温效应极为有限,不宜过分夸大坡地逆温的作用。晴夜不同坡向对温差变化幅度影响不大,故单从逆温趋势大小考虑果树引种,坡向值得进一步商榷。地形、气象条件(风速、湿度)、地形未在本研究考虑之列,今后尚待进一步研究。

表 2 不同坡向温差变化幅度

Tab.2 Range of temperature difference of different slope direction

坡向 Slope direction	温差/℃ Temperature difference	
	晴夜 Fine night	非晴夜 No-fine night
1(西北)	0.7~3.7	-1.1~1.0
2(向东)	0.6~3.8	-0.2~1.3
3(东南)	0.4~3.3	-0.8~1.0
4(东南)	0.4~3.5	-1.2~0.5

### 参 考 文 献

- 1 福建省统计局.福建统计年鉴 2004.北京:中国统计出版社,2005
- 2 张伟光,林新坚,张 辉,等.福鼎荔枝、龙眼引种观察与思考.福建农业学报,2003,18(2):103~106
- 3 蔡文华,张 辉,张伟光,等.几种果树防冻措施效果的观测分析.气象,2005,31(12):77~80
- 4 张伟光,蔡文化,林新坚,等.闽东北龙眼、荔枝引种的小气候区选择.中国南方果树,2004,33(2):30~33
- 5 张 辉,张伟光,蔡文华,等.霞浦县 2003 年冬季低温考察及栽植果树的小气候区选择.福建农业学报,2005,20(2):100~103
- 6 蔡文华,林新坚,张 辉.福鼎市冬季坡地低温考察和龙眼、荔枝园地选择.气象,2005,31(9):79~82