

毛竹气候生态优势层域的研究

姜效泉

(浙江省气象科学研究所, 杭州 310021)

周蕾芝 陈行知

(浙江林学院) (浙江省林业厅)

摘 要 根据武夷山南北两侧不同海拔气象与毛竹实测资料, 分析毛竹生长适温期(日平均气温 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$)、光热水资源的垂直分布规律以及毛竹生长的限制因子, 揭示了山区毛竹优势生长的气候之谜, 从而提出确定毛竹气候生态的宏观优势栽培层域的方法。

关键词 毛竹; 气候影响; 生态气候; 栽培; 丘陵

中图分类号 S716.3; S718.512

毛竹(*Phyllostachys pubescens*)在我国有着广泛分布。历史悠久, 连绵数千年, 栽培面积大, 南至南岭, 北抵秦岭。由于几千年的气候变迁, 毛竹栽培亦几经枯荣。近百年来, 毛竹林分分布中心主要在长江以南、南岭以北的广大地区, 约占全国毛竹林总面积的82%, 其中以闽、赣、湘、浙4省分布最为集中。

长江以南毛竹林主要分布在丘陵山区, 平原地区自然生长或栽种日趋减少。这是气候所决定的。

毛竹在丘陵山区适应环境的程度十分广阔, 从海拔几米一直可伸展到一二千米高度, 但仍有一定的地理范围和自身的生长规律。认识这些规律, 对毛竹生产和经营有着重要意义。

1 山区光热水资源的高度分布

生长季(即稳定通过日平均气温 10°C 初日至 10°C 终日期间) 10°C 以上积温随海拔升高呈递减趋势(图1)。年降水量(主要集中于生长季)随海拔呈抛物线型分布, 可以出现最大降水高度(图2-a, 甘溪武夷山西北坡), 也可以不出现最大降水高度(图2-b, 龙泉凤阳山, 大地形属武夷山北坡)。一般在海拔 $800\sim 1\ 000\ \text{m}$ 以下, 降水随海拔升高而递增。

日照分布与前两者不同。武夷山东南坡(崇安)以山体中层为最小, 而凤阳山北坡(龙泉)以中上层最弱, 下层最丰, 均与降水分布趋势相反(图3)。因此, 一般认为山区下层(低海拔)除降水略少外, 光、热条件优越, 而中上层则远为不及。

收稿日期: 1995-06-02; 修改稿收到日期: 1995-09-18

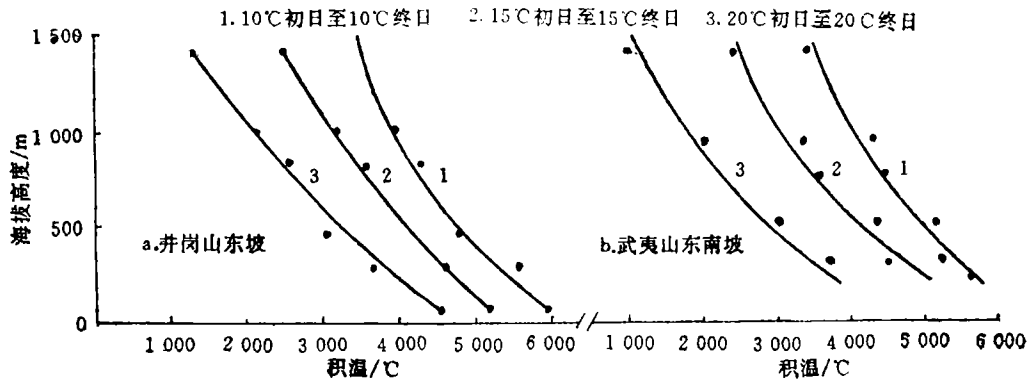


图 1 山区积温高度分布

Fig. 1 Distribution of accumulated temperature at different altitude in mountain areas

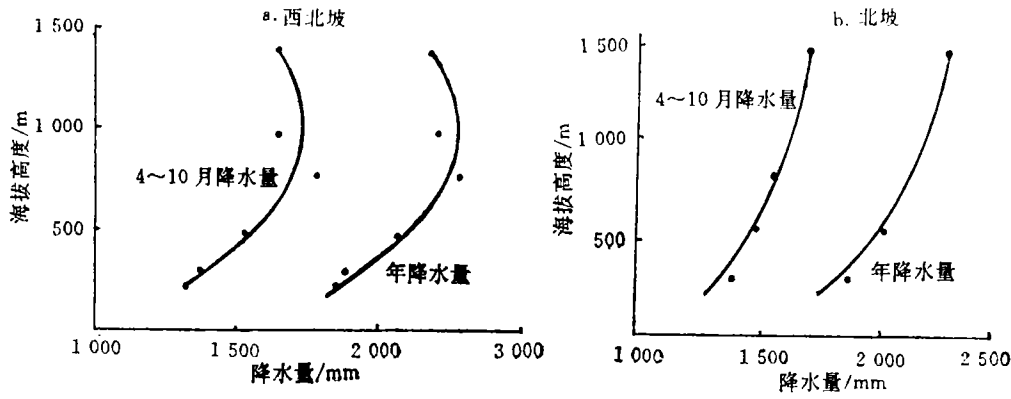


图 2 武夷山不同坡向降水量高度分布

Fig. 2 Distribution of precipitation at different altitude on different slopes in Wuyishan

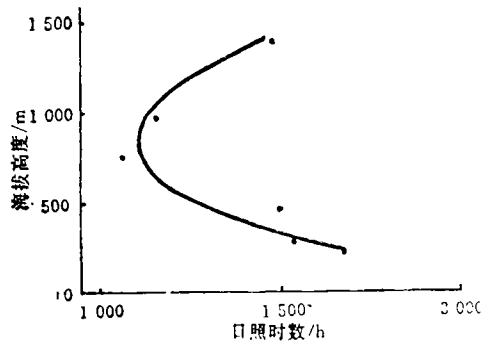


图 3 武夷山东南坡年日照时数高度分布

Fig. 3 Quantitative variation of sunshinning hours at different altitude on the southeast slope of Wuyishan

2 毛竹生长的适温期间光热水资源的高度分布

张翊等对福建省武夷山区不同海拔、不同地形毛竹生长差异进行调查,用平均胸径作为评价尺度,以不同温度间隔与温度变化范围,通过数理统计因子普查,找出显著性相关因子,研究气候对毛竹生长的影响,最后提出在水分条件得到满足的前提下,毛竹生长及其净光合量最适宜温度范围是日平均气温 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ ^[1]。这个结论与陈楚莹等的研究*,杉木中心地区速生期主导因子是温度,杉木生长的最适宜日平均气温为 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ 相类似。

2.1 适温期日数

作者计算了武夷山东南坡与北坡(即凤阳山北坡)实测点 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 期间日数的垂直分布,均以山体中层为最大。东南坡最大适温日数高度在 $750\sim 940\text{m}$,有 $194\sim 187\text{d}$;北坡最大高度在 $800\sim 1050\text{m}$,有 $190\sim 184\text{d}$ 。最大高度以上或以下海拔,适温日数相对为少,两者均以低海拔(200m)为最少,全年不足 140d (表1,图4-b)。

表1 武夷山南北两侧不同海拔毛竹 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 日数分布

Table 1 Distribution of dates during 15 to 25°C in the bamboo forest at different elevation on the southern- and northern slopes of Wuyishan

项 目	崇 安						龙 泉					
海拔 /m	220	300	500	750	940	1402	198	290	525	810	1050	1450
日数 /d	138	151	158	194	187	166	139	141	158	190	184	155

2.2 适温期 10°C 以上积温

毛竹生长的适温($15\sim 25^{\circ}\text{C}$)期间, 10°C 以上积温出现中层峰值分布(图4-a),其峰值高

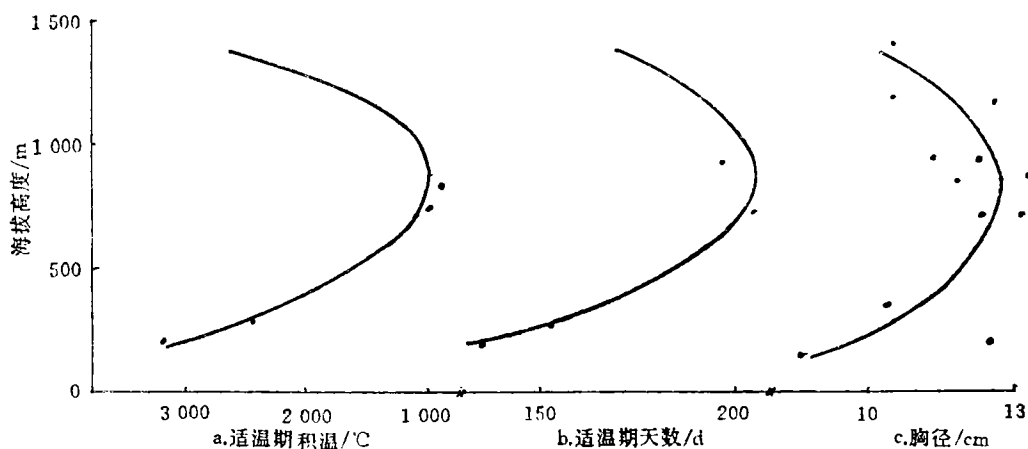


图4 武夷山东南坡毛竹适温期积温、天数与毛竹胸径高度分布

Fig. 4 Distribution of accumulated temperature and dates during the suitable temperature period for bamboo and DBH at different altitude on the southeast slope of Wuyishan

*陈楚莹,冯宗炜,童明春.杉木定期生长量与气候因子的相关分析.见:中国科学院林业土壤研究所编.杉木人工林生态学研究论文集.1980

度在700~900m左右,积温可达4 000℃上下,而海拔200~400m,积温仅2 900~3 500℃。图4-c是不同海拔毛竹林平均胸径分布状况。胸径12 cm以上的毛竹分布在海拔650~1 000m左右。这种分布同适温日数和积温分布相吻合。由此亦可证实毛竹林分宏观的垂直分布适温期以日平均温度15~25℃为指标是合理的,同自然分布相一致。

2.3 适温期各辐射量

考虑到毛竹春季发笋期及净光合量积温的后效应,因此计算各类辐射量从稳定通过10℃初日开始,即以10~25℃期间作为毛竹萌发、生长的全年适温期。

从图5-a可知凤阳山北坡10℃初月至10℃终月期间(含障碍高温期)太阳总辐射(直接辐射与散射辐射之和)、直接辐射、散射辐射均随海拔升高而递减,以山体下层(200~300m)最丰富,总辐射可达2 900~3 400 MJ/m²;至海拔1 000m,总辐射仅2 700 MJ/m²左右了。但全年适温期间各辐射量以中层最丰富,最大辐射层约在700~900m,总辐射可达2 700 MJ/m²左右,而下层仅2 000 MJ/m²(图5-b)。前述毛竹林平均胸径最大的分布区域正是处在太阳辐射最佳的层域。以此可以说明,毛竹生长与光照条件的关系是极为密切的。

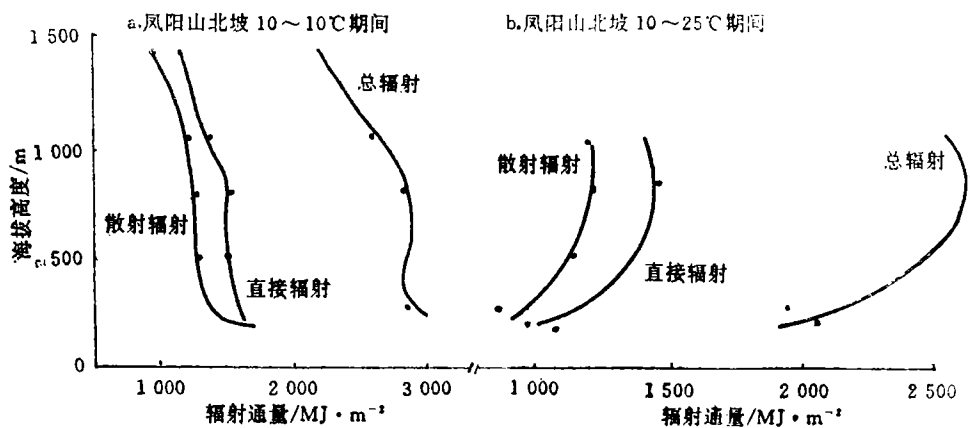


图5 凤阳山北坡各辐射量高度分布

Fig. 5 Distribution of radiation during different boundary temperature period at different elevation on the northern slope of Fengyangshan

全年或生长季日照时数和各辐射量均以下层最丰,毛竹林优势生长层处在全年弱光照层域;而在全年适温速生期则以中层为最多,与优势生长层吻合。两者结论虽异,但并不相悖。这是由于下层障碍高温之时,亦即强光照之际,从“全年”、“生长季”时期而言,当然是最丰富的。

值得注意的是,不论是生长季,还是适温期,山区不同海拔从总体时段而言,散射辐射常较直接辐射量为强。无疑,这对毛竹生长是有利的。

2.4 适温期降水量

由于山体的动力与热力作用,降水随海拔升高而递增,中上层较下层为多。适温期亦是如此。

由上可知,毛竹在适温期,以山区中层光照、热量与降水最优越,且其组合最佳。这是

毛竹得以优势生长的气候之谜。

3 毛竹生长的限制因子

山区毛竹与暖季气候相宜,可使毛竹向上伸展得比较高,但由于冬季的低温、大风、大雪、冰冻等危害,使毛竹的生存受到威胁。因此安全栽培高度下降了。而平原地区高温、干旱、强光照季节较长,又使得郁郁葱葱的竹林变得萎黄不振,使毛竹又不得不向上舒展,或者寻求郁蔽的山气候环境,以求庇护。这是长江下游地区的普遍现象。

3.1 风寒

冬季气候寒冷,如伴有风力,易造成风寒。风寒主要发生在风口两侧、突出地形或山体上部。

据傅抱璞研究^[9],山顶风速 u 与山下平地风速 u_0 的比值 u/u_0 , 与两者相对高差 H 关系为

$$\frac{u}{u_0} = 3.6 - 2.2^{-0.00113H}$$

武夷山、天目山以及浙江其他山区均可适用。在相对高度1000m以下, u/u_0 随高度增加较快。在相对高度300m时, u/u_0 为2.1;至600~1000m时, u/u_0 可达2.7~3.0。平均风速为5.0m/s时,至300m和1000m处,风速可达10.5m/s与15.0m/s。中高海拔气温低($< -5^{\circ}\text{C}$),5m/s以上的风力,即可造成毛竹风寒,并随着海拔升高而加重。

表2 武夷山南侧不同地类毛竹生长差异^[1]

Table 2 Bamboo growth at different sites on the southern slope of Wuyishan

调查号	地点	海拔 /m	坡向	坡 度 /度	地 形	腐殖层厚 /cm, 目测	土 层 厚 /cm, 目测	土壤吸力 /hPa	平均胸径 /cm, 实测
S ₀₀₃	黄坑	350	S	25~30	坡 面	0	>80	833	10.4
S ₀₁₈	泥洋	640	W	3~5	坡 面	>20	>80	—	13.5
S ₀₁₉	泥洋	590	S	40	山 脊	>20	>80	—	8.5
S ₀₀₄	坳头	925	SE	25~30	通风脊	10~20	40~80	—	8.7
S ₀₀₈	坳头	980	SW	30~35	山 脊	10	40~80	160	9.3
S ₀₀₆	坳头	960	SW	40	坡 面	10	>80	247	11.3

注:土壤吸力统一用35cm深度测值;黄坑用1985年10月6日测值;坳头用10月7日测值

从表2可知,山脊或通风地形由于受到冬季风寒,夏季曝晒,水热条件相对较差,毛竹生长势较劣。即使管理较好,也无法改变这种状况。接近山体顶部或凸出地形毛竹生长也常较坡面为差^[3]。

3.2 高温与强光照

夏季日最高气温33℃以上日数,低海拔一般可达30~60d。武夷山北坡198~290m为50~33d;东南坡220~300m,约为34~15d。海拔500m南北两侧只有几天。与高温同步的是强光照。此时晴日中午前后,据作者测定日照强度在100~200klx之间,已远远超过毛竹光饱和点。低海拔开阔地区高温强光照是毛竹生长的极其不良的生态环境。

3.3 孕笋期降水量

长江下游地区毛竹发笋期(3~4月)正处在春雨之际,降水丰沛。武夷山东南坡、西北

坡和北坡降水都在440mm以上。海拔300m以上,可达500~700mm左右。对毛竹发笋期水分的供应是充分的。

毛竹孕笋旺期(7~9月)在副热带高压控制下,处在高温、强光、降水少和蒸发强的相对早期,此时对水分的需求量较高。武夷山区毛竹最适宜生长区需大于400mm降水方能满足。孕笋期水分是否得到保证,直接影响着下一年毛竹林产量^[4,6]。

毛竹各发育期对水分的需求由其生理与生态需水所决定。北亚热带北缘秦岭气候相对寒冷,对水分的要求远较中、南亚热带地区为少,低海拔年降水量可以相差2~3倍之多。同一气候亚带,南部与北部(或东部与西部)山区雨量情况常亦如此。因此,除了对特定的山系进行竹林生态分析时,可以采用降水量值作为衡量标准外,跨亚带或者气候差异较大的不同山系间直接以降水量作为水分指标是不相宜的。即使在同一山体,山上与山下气候差异悬殊,降水量的多少也不能准确反映竹林对水分的供求关系。

竹林的需水量除了生理需水外,还取决于气温、辐射与通风状况等气象因素,而这些要素正是决定着水面蒸发的大小。水面蒸发与竹林蒸散量(竹林蒸腾量与土壤蒸发量之和)是密切相关的(在某一发育期两者比值常为定值)。因此,从农业气象角度人们常以湿润指数(降水量与同期蒸发量之比)作为判别竹林水分盈亏的依据。

武夷山南北两侧在海拔300m以下地区,7~9月湿润指数为0.7~1.1,降水蒸发差常为负值,孕笋期水分得不到满足。400~500m以上地区湿润指数1.0以上,降水多于蒸发,对行鞭有利。东南坡500~940m湿润指数为1.8~2.3,水分盈余;300mm以上,水湿条件较北坡山区为优(表3)。

同一山体,下层旱而中上层降水丰沛。值得注意的是,中层降水量是否会过多。因此,选择易于排水而又不致水土流失的立地条件极为重要。

4 武夷山毛竹优势栽培层域的划分与指标

根据气候生态条件,按气候亚带、区域或山系,对山区毛竹宏观的优势栽培层(优势生态层)进行划分,并寻求统一的气候指标系统。本文以中亚热带武夷山为例作为一种尝试。

在优势层划分时,需对适生期水热条件与冬夏限制因子两个方面同时考虑,不能偏废。

4.1 起始高度分析

从表4可知,海拔200~300m夏秋高温时间长,高温日数多;孕笋期(7~9月)降水不足,一般湿润指数小于1.0;适温期积温属低值范围,约为2900~3280℃之间,毛竹生长的水热条件相对较差。

海拔500m情况则不同,适温期积温剧增到3400~3600℃(上限值为宏观分析资料);孕

表3 武夷山南北两侧7~9月湿润状况

Table 3 Humid situation during July to September on the southern- and northern slopes of Wuyishan

崇 安			龙 泉		
海 拔 /m	湿润 指数	降水蒸发 差/mm	海 拔 /m	湿润 指数	降水蒸发 差/mm
220	0.7	-157.3	198	0.7	-178.4
300	1.1	35.5	290	0.9	-51.6
500	1.8	319.1	525	1.0	4.1
750	1.9	303.1	810	1.1	44.4
940	2.3	390.5	1050	1.1	35.8
1402	1.6	232.6	1450	1.5	198.2

表4 武夷山南北两侧不同海拔气象要素分布

Table 4 Meteorological elements at different altitude on the southern- and northern slopes of Wuyishan

坡向	海拔/m	年平均气温/℃	1月气温/℃	7月气温/℃	极端最低气温/℃	6~8月日最高气温≥33℃日数/d	15~25℃10℃以上积温/℃	15~25℃持续日数/d	年降水量/mm	7~9月	
										降水量/mm	湿润指数
东南坡	220	17.6	6.1	27.4	-5.9	(34)*	2 918	138	1 999	375.5	0.7
	300	16.7	5.4	26.2	-6.1	(15)*	3 278	151	2 144	508.4	1.1
	500	16.4	5.4	25.6	-5.8	(3)*	(3 407)	158	2 687	721.9	1.8
	750	14.4	3.5	23.4	-9.0	0	4 006	194	2 524	649.7	1.9
	940	13.9	3.2	22.9	-7.7	0	3 789	187	2 849	699.9	2.3
	1 402	11.7	0.8	21.5	-11.1	0	3 177	166	2 112	622.1	1.6
北坡	198	17.3	5.6	27.4	-6.1	50	2 906	139	1 593	346.7	0.7
	290	16.3	4.2	26.5	-7.5	33	3 047	141	1 855	419.4	0.9
	525	15.6	3.9	25.8	-7.4	6	3 415	158	2 003	433.1	1.0
	810	14.7	3.1	24.4	-8.9	0	4 033	190	2 095	465.7	1.1
	1 050	13.6	2.5	23.6	-9.5	0	3 728	184	2 061	497.8	1.1
	1 450	11.5	1.2	20.7	-11.0	0	2 936	155	2 265	577.7	1.5

*系参考数据

笋期降水较丰,湿润指数1.0以上;夏季高温日数在10 d以下,而冬季又处在山区的暖层(参见极端最低气温和1月平均气温),对毛竹生长极为有利。这些条件是低海拔无法相比的。海拔500 m(北坡为400~500 m)与毛竹平均胸径11 cm以上(北坡9.0 cm以上)分布高度基本吻合(图4-C,表5)。因此,该海拔高度可以作为毛竹优势生长层的起始高度。

表5 凤阳山毛竹林平均胸径分布

Table 5 Distribution of average DBH of bamboo forest at Fengyangshan

海拔/m	胸径/cm	海拔/m	胸径/cm	海拔/m	胸径/cm	海拔/m	胸径/cm	海拔/m	胸径/cm
300	8.0	500	9.6	700	10.3	900	8.7	1 100	6.5
400	8.8	600	9.7	800	9.5	1 000	8.8	1 200	8.3

注:引自毛志忠等1991年材料

4.2 上限高度分析

从表5,图4-a可知,东南坡适温期积温3 400~3 600℃的上限高度在1 200 m附近,与毛竹胸径11 cm以上上限分布一致。

北坡情况比较复杂。尽管海拔1 200 m附近适温期积温和孕笋期水分状况与东南坡相近,但东南坡直接背靠主峰黄岗山(2 158 m),而北坡直接背靠主峰黄茅尖(1 921 m),偏低237 m。从两侧海拔1 000 m处冬季极端最低气温比较,东南坡为-8.1℃,北坡为-9.4℃,北坡风寒强烈。考虑到北坡实际毛竹林平均胸径19 cm以上高度分布(表5),上限高度取1 000 m左右为宜,较东南坡约偏低200 m。

由上分析可以得到武夷山区毛竹林优势栽培层划分的气候指标系统(表6)。

表 6 中亚热带、武夷山区毛竹林优势栽培层气象指标

Table 6 Meteorological target for superior cultivative region of bamboo forest at Wuyishan mountain areas

优势层	坡向	15~25℃		6~8月	极端最低	1月平均	7~9月
		积温	日数	以上日数/d	气温/℃	气温/℃	湿润指数
起始高度	S, N	3 400~3 600	155~175	≤10	—	—	≥1.0
上限高度	S	3 450~3 600	170~180	0	≥-10.0	≥1.8	≥1.0
	N	3 600~3 750	175~185	0	≥-9.5	≥2.0	≥1.0

4.3 几点说明

4.3.1 所谓优势栽培层是针对某一山区某一坡面的垂直分布而言的,是指总体的、安全的、经济栽培区,即同样的投入,有着最大的产出。

4.3.2 武夷山南北两侧优势层内气候差异相对较小,而毛竹平均胸径南(11.5~13.4 cm)北(8.8~10.3 cm)差异较大。武夷山北坡与大别山南坡气候差异大,而毛竹平均胸径差异相对较小(后者优势层内胸径为 8.5~8.8 cm)。以此可以说明除了气候因素的影响外,栽培技术条件的作用不可忽视。

4.3.3 由于地形和方位的不同,小气候差异较大。毛竹具体栽种时,仍要根据立地条件的优劣方能确定。优势层内有不宜栽种毛竹之地(山脊、风口等)。优势层外,也存在局地优势生长之处。需因山制宜,因地制宜。

参 考 文 献

- 1 张翊,邓荣华,周义明.武夷山区毛竹生长气候条件探讨.竹子研究汇刊,1990,9(2):37~46
- 2 傅抱璞.山地气候.北京:科学出版社,1983.173~175
- 3 邓荣华,张翊,钟桂生等.武夷山区毛竹气候生态条件分析.见:张养生主编.武夷山区农业气候资源论文集.北京:气象出版社,1987.142~151
- 4 中国毛竹区划协作组.中国毛竹生态经济区划与发展战略研究.北京:中国林业出版社,1992.59~70
- 5 周芳纯.气候对毛竹林产量的影响.竹类研究,1982,(2):95~102

Jiang Xiaoquan (Meteorology Research Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 310021, PRC), Zhou Leizhi, and Chen Xingzhi. Superior Regions of Ecoclimate of *Phyllostachys pubescens*. *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(4): 380~387

Abstract: Climatic puzzle about the superior growth of bamboo in mountain areas was revealed by analysing the best growth period (daily average temperature 15 to 25℃), the vertical distribution of light, heat and water and the limiting factors of growth at the southern- and northern slopes of Wuyishan. A method to determine the superior cultivation regions of bamboo in ecoclimate was made.

Key words: *Phyllostachys pubescens*; climatic effects; ecoclimate; hills