

雅长兰科植物自然保护区气候垂直分布特征

黄承标¹, 陈俊连², 冯昌林³, 卢志锋², 李吉祥²

(1. 广西大学 林学院, 广西 南宁 530005; 2. 广西雅长林场, 广西 花坪 533209; 3. 中国林业学研究科学院 热带林业管理中心, 广西 凭祥 532600)

摘 要:在广西雅长兰科植物自然保护区内,按兰科植物的垂直分布状况设置 3 个气象观测站,对主要的气象要素进行连续 8 a 的定位对比观测,以探讨兰科植物分布与气象因子的关系。结果表明:该区年平均日照时数为 1 333.7~1 698.7 h,随海拔的升高呈现高一低一高的分布格局。年平均气温为 16.8~20.4℃,直减率为 0.55~0.62℃·hm⁻¹。日平均气温稳定通过 10℃活动积温为 4 959.5~6 787.0℃·a⁻¹,直减率为 264.0~368.6℃·hm⁻¹。年地面平均温度为 20.1~24.2℃,直减率为 0.57~0.86℃·hm⁻¹。年平均降雨量为 940.8~1 216.9 mm,随海拔的升高呈现低一高一低的变化规律。年平均蒸发量为 1 089.8~1 685.5 mm,其直减率为 83.8~124.1 mm·hm⁻¹。年平均相对湿度为 79%~83%,随海拔的升高而递增。年平均风速为 1.2~1.8 m·s⁻¹,随海拔的升高而递减。自然保护区与相似海拔的乐业县气象站相比较,日照时数和稳定通过 10℃的活动积温偏高,气温年较差、地面温度、降雨量、蒸发量、相对湿度和风速偏小。并根据该区兰花植物的垂直分布频度,分别与气象因子进行相关分析。

关键词:气候垂直分布;兰科植物;自然保护区;广西雅长林场

中图分类号:S682.31 文献标识码:A 文章编号:1001-7461(2008)05-0039-05

Characteristics of Climate Vertical Distribution in Yachang Orchids Nature Reserve

HUANG Cheng-biao¹, CHEN Jun-lian², FENG Chang-lin³, LU Zhi-feng², LI Ji-xiang²

(1. College of Forest Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005, China; 2. Guangxi Yachang Forestry Farms, Huaping, Guangxi 533209, China; 3. Experimental Centre of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Pingxiang, Guangxi 532600, China)

Abstract:In Yachang Orchids Nature Reserve of Guangxi, according to the vertical distribution, three meteorological observatories were set, the main elements of weather in those observatories were also recorded for eight consecutive years to explore the relationship between the orchids distribution and the meteorological factors. The results showed that the annual average sunshine hours was 1 333.7~1 698.7 h, showing high - low - high patterns with the increase of elevation. The annual average temperature was 16.8~20.4℃ with the straight cut rate of 0.55~0.62℃·hm⁻¹ $\geq 10^{\circ}\text{C}$ was 4 959.5~6 787.0℃·a⁻¹ wiht the straight cut rate of 264.0~368.6℃·hm⁻¹. The annual average surface temperature was 20.1~24.2℃ with the straight cut rate of 0.57~0.86℃·hm⁻¹. The annual average rainfall was 940.8~1 216.9 mm, with the low - high -low patterns along the increase of elevation. The annual average evaporation was 1 089.8~1 685.5 mm with the straight cut rate of 83.8~124.1 mm·hm⁻¹. The annual average relative humidity was 79%~83%, with the increase of elevation. The annual average wind speed was 1.2~1.8 m·s⁻¹, decreasing of elevation. Comparing to the Yachang County meteorological; Station with similar altitude, the sunshine hours and accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ increased, the ground temperature, precipitation, evaporation, wind speed and relative humidity decreased in Yachang Nature Reserve. According to this orchid frequency, the vertical distribution condition, the correlation analysis separately with the

②) 收稿日期:2007-11-12 修回日期:2007-12-06
基金项目: 国家科技部社会公益研究专项“广西雅长兰科种质基因库营建及可持续利用”(2005DIB6J144)。
作者简介:黄承标,男,教授,主要从事森林气象水文方面的教学科研工作。

meteorological factors were carried out.

Key words: climate vertical distribution; orchids; nature reserve; Guangxi Yachang Forestry Farm

自然保护区是保护、发展和研究自然环境、自然资源、拯救濒危绝灭的生物物种和保存有科学价值的典型生态系统的重要基地^[1]。气候是生物赖以生存的重要条件,而森林气候又是自然保护区重要的基础要素之一。十几年来,国内外对自然保护区的建设及其可持续发展非常重视,但是对于自然保护区气候效应报道极少。为了较系统、较全面地反映出兰科植物的气候生态环境特征,在自然保护区境内设置 3 个不同海拔高度的气象观测站,并与相似海拔高度的乐业县气象站作对比分析,以揭示自然保护区对垂直梯度气候的影响及兰科植物的气候生态环境,为更好地保护和发展兰科濒危植物资源提供科学依据和基础数据。

1 研究区自然概况

广西雅长兰科植物自然保护区位于云贵高原东南边缘,广西西北部的乐业县境内,是云贵高原向广西丘陵过渡的山原地带。地处 106°11'31"~106°27'04"E,24°44'16"~24°53'58"N 之间,地跨乐业县花坪、雅长和逻沙 3 个乡镇,东与大石围天坑相接,西与南盘江相临,南接田林县百乐、平山 2 乡,北与红水河相近,最高山峰海拔 1 971 m,最低海拔 350 m。东西长 26.2 km,南北宽 18.0 km,总面积 22 062.0 hm²。区内兰科植物集中,森林连片分布,原生性较强,生物多样性丰富,代表性强,稀有性突出,自然性好。据调查^[2],区内共有兰科植物 44 属 113 种(含 5 变种),是广西兰科植物种类最丰富的保护区,其物种丰富度达 0.51 种·km⁻²,居广西野生兰科植物主要分布区的首位,其中兜兰(*Paphiopedilum* spp)是世界著名观赏花卉,亦是兰科植物中最珍贵的类群之一。从海拔 400 m 的南盘江河谷至 1 971 m 的盘古王山,几乎每个山头都有兰科植物分布,但多数种类主要分布于海拔 800~1 200 m 地段上,有些可分布至海拔 1 800 m,分布的绝对高度达 1 400 m 左右。

2 研究方法

2.1 样地设置与仪器布设

根据自然保护区兰科植物的垂直分布状况,在同一坡向上各砍伐林木 800 m²(32 m×25 m),经清理形成林中空旷地,分别设置 3 个不同海拔高度的气象观测站,其中雅长站(380 m)、果麻站(600 m)、

花坪站(985 m),并用花坪站与乐业县气象站(972 m)进行比较分析。各种仪器设备均按规范^[3]要求进行布设与观测。

2.2 观测与统计方法

日照时数用乔唐式日照计观测,于每天 20:00 换纸。空气温度安装百叶箱方法用干湿球温度表和日记自记温度计测定,其中干湿球温度表于每天 8:00、14:00、20:00 观测 3 次,2:00 用自记温度计换算取代。相对湿度用干湿球温度表的温度值(经订正后)查表得到。极端温度用最高、最低温度表测定,于每天 20:00 观测并调整。地面和土壤温度用地面和曲管温度表测定,于每天 8:00、14:00、20:00 观测,2:00 按规范要求换算取代。降雨量用虹吸式雨量计测定,于每天 8:00 换纸。蒸发量用小型蒸发器测定,于每天 20:00 观测。风向风速用风压板测定,于每天 8:00、14:00、20:00 观测 3 次。根据观测资料,运用数理统计方法进行统计与分析^[4]。

3 结果与分析

3.1 日照时数

该区年平均日照时数变动在 1 333.7~1 698.7 h 之间(表 1),平均值(1 477.3 h)比广西(90 个县市)年平均日照时数为 1 621.6 h 偏低 8.9%;年平均标准差为 107.2~207.9 h,变异系数在 0.06~0.16 范围内,其变幅相对较小;年日照时数的垂直变化,在 380~600 m 呈递减趋势,其直减率为 166.0 h·hm⁻²,而 600~985 m 则递增趋势,直增率为 17.1 h·hm⁻²,即年日照时数随海拔高度的升高呈现高一低一高的分布格局,这与岑王老山南坡日照时数垂直变化率规律相类似^[5];年中春、夏、秋 3 季的垂直分布规律与年变化趋势一致,而冬季则呈递减趋势。相似海拔高度的林区(花坪站)的年日照时数为 1 399.4 h,比乐业县气象站(1 285.2 h)略高。年中日照时数的季节变化,各测站的变化趋势一致,显示夏季(6~8 月,占 28.1%~34.9%)>春季(3~5 月,占 26.5%~27.7%)>秋季(9~11 月,占 22.8%~25.6%)>冬季(12~2 月,占 15.8%~20.4%)的变化规律,与乐业县气象站的季节变化规律相一致。经计算,林区年均日照百分率变动在 30%~38%之间,相应比子午岭自然保护区(海拔 1 100~1 687 m)年均日照百分率为 56%要低^[6]。月平均日照百分率为 17%~55%,具体地反映了该地区日照时数的变化特点。

表 1 雅长自然保护区平均日照时数的变化

Table 1 The changes of average sunshine hours in Yachang Nature Reserve

h

日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
花坪	74.6	86.1	119.6	136.5	132.5	122.8	121.1	149.7	130.5	99.3	101.0	125.7	1 399.4
果麻	56.3	103.3	108.5	128.7	114.4	131.7	116.0	126.7	101.7	99.2	134.2	113.0	1 333.7
雅长	65.8	86.9	104.2	166.5	179.8	175.5	197.0	220.4	160.8	110.8	115.7	115.3	1 698.7
乐业	54.9	71.2	95.3	109.1	117.8	120.9	121.1	154.1	125.0	94.1	103.8	117.9	1 285.2

3.2 空气温度

由表 2 可看出,该区年平均气温在 16.8~20.4℃之间,年变幅为 0.04~0.08;年平均气温较差变动在 15.2~15.7℃范围内,变异系数为 0.07~0.08,说明该区年平均气温较稳定。气温的季节变化,夏季变幅较小,其变异系数在 0.01~0.04 之间;冬、春季节的变幅相对较大,其变异系数达 0.06~0.21,说明该区在这时期内的气温变化无常,冷暖转换频繁。气温的垂直变化,随海拔高度的升高呈递减趋势,但不同高度段的递减率(r)存在差异,就年平均值来说,380~600 m 为 0.55℃·hm⁻¹,600~985 m 为 0.62℃·hm⁻¹;这一变化规律与岑王老山南坡(海拔 520~1 600 m)气温直减率(0.46~

0.61℃·hm⁻¹)^[7]、黄连山保护区(海拔 1 300~2 200 m)年气温直减率(0.59~0.66℃·hm⁻¹)^[8]、白石砬子保护区(海拔 404~1 270.5 m)气温直减率(0.40~0.56℃·hm⁻¹)^[9]以及朱雀森林公园(海拔 1 535~3 015 m)气温直减率(0.55℃·hm⁻¹)^[10]较接近。气温季节变化的垂直分布,春、夏、秋 3 季随海拔高度的升高而递减,而冬季则呈现高一低一高的变化趋势。也就是说,600~985 m 高度段存在逆温以及受焚风效应的影响。林区(花坪站)与相似海拔高度的乐业县站的年均气温相当(16.7℃),但林区夏季平均值比县站低 0.1℃,而冬季则比县站高 0.3℃。充分说明了保护区在夏季的缓热降温与在冬季的缓冷保温作用较明显。

表 2 雅长自然保护区平均气温的变化

Table 2 Changes of average temperatures in Yachang Nature Reserve

℃

日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
花坪	8.1	9.6	14.2	17.9	20.4	22.9	23.3	22.9	20.8	16.7	13.0	11.3	16.8
果麻	10.1	13.6	16.1	23.1	23.7	25.0	25.4	25.0	22.5	17.8	16.3	11.5	19.2
雅长	11.7	13.9	15.8	23.0	25.8	25.6	27.4	27.0	24.7	20.6	16.9	13.4	20.4
乐业	8.1	9.7	13.0	18.0	20.7	23.0	23.3	23.0	20.8	16.7	13.0	10.3	16.7

据统计,该区年极端最高气温的平均值变化在 35.2~41.1℃之间,大体随海拔高度的升高而递减,其变幅较小,为 0.02~0.03;年极端最低气温的平均值为-1.8~1.1℃,变动系数为 2.16~4.94,其变幅极大。充分说明该区极端最高气温的变化相对稳定,而极端最低气温的变化则非常剧烈,差异较悬殊。

3.3 日均温≥10℃活动积温

由表 3 可看出,该区日平均气温稳定通过 10℃

表 3 雅长自然保护区日平均气温≥10℃活动积温的变化

Table 3 Changes of ≥10℃ activities temperature average in Yachang Nature Reserve

℃

日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
花坪	0.0	0.0	164.7	549.3	642.9	691.5	720.9	707.5	675.6	590.5	216.6	0.0	4 959.5
果麻	0.0	33.0	338.5	636.8	734.5	731.9	805.3	745.7	701.6	615.6	481.1	152.0	5 976.0
雅长	0.0	89.0	525.2	689.8	792.8	811.5	847.2	847.6	739.9	637.4	505.5	301.1	6 787.0
乐业	0.0	0.0	133.4	511.6	631.3	691.1	722.4	711.2	624.9	517.7	218.3	0.0	4 201.9

由表 3 还看出,冬季日平均气温≥10℃活动积温值很小,1 月份为 0,2 月份偶尔出现,而且其变幅很大。保护区内(花坪站)≥10℃活动积温为 4 959.5℃,与海拔高度相似的乐业站略高。积温的

垂直分布在不同高度段显示各异,其中 380~600 m 为 368.6℃·hm⁻¹,600~985 m 为 264.0℃·hm⁻¹,这一数值与黄连山保护区直减率为 277.6~331.8℃·hm⁻¹^[8]和云南药山保护区(海拔 466~

4041.5 m)直减率为 $266.0^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$ ^[11]相当。年中不同季节递减率在不同高度段也存在差异,其中夏季直减率为:380~600 m 为 $15.4^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$,600~985 m 为 $28.7^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$;春季各高度段的直减率较接近,分别为 $34.0\sim 37.4^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$ 。

3.4 地面温度

由表 4 可看出,该区年地面平均温度变动在 $20.1\sim 24.2^{\circ}\text{C}$ 范围内,大体随海拔高度的升高而递减,年地面平均温度的垂直递减率为 $0.57\sim 0.86^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$,同时变幅较小,为 $0.02\sim 0.03$;年极端地

面最低的平均值为 $-2.8\sim 2.1^{\circ}\text{C}$,变异系数为 $2.16\sim 4.94$,其变幅极大。充分说明该区极端地面最低温度的变化非常剧烈,差异较悬殊。造成差异悬殊的原因主要是该区焚风效应的缘故。林区花坪站年地面平均温度比相似海拔高度的乐业县站高 1.5°C 。林区地面温度年较差随海拔高度升高而降低,即 3 个观测站地面平均温度的年较差依次为 19.3°C 、 18.2°C 和 17.2°C 。其中 380~600 m 地段为 $0.50^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$,600~985 m 地段为 $0.26^{\circ}\text{C} \cdot \text{hm}^{-1}$ 。

表 4 雅长自然保护区地面平均温度的变化

Table 4 The changes of average ground temperature in Yachang Nature Reserve												℃	
日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
花坪	10.0	13.2	16.9	23.6	25.2	27.0	27.2	26.5	24.3	19.6	15.8	11.7	20.1
果麻	11.2	16.1	18.1	28.0	29.0	29.1	29.4	28.3	25.9	20.9	18.7	13.1	22.3
雅长	13.3	15.8	20.5	26.9	29.3	31.8	32.5	32.6	29.7	23.5	19.6	15.7	24.2
乐业	9.7	1.2	15.1	20.3	22.4	24.9	25.5	25.6	23.4	18.7	14.8	11.7	18.6

3.5 降雨量

该区年平均降雨量变动在 $940.8\sim 1\,216.9\text{ mm}$ 范围内(表 5),其变幅相对较稳定($0.16\sim 0.17$),年平均降雨量($1\,051.7\text{ mm}$)与全区 90 个县(市)的年平均降雨量($1\,510.1\text{ mm}$)减少约 $1/3$,乐业县气象站($1\,251.2\text{ mm}$)稍低。说明该区降水偏少。降雨量的垂直分布呈现低—高一低的变化趋势。其季节

变化,各站的变化趋势相一致,显示夏季($53.5\%\sim 57.2\%$)>春季($18.7\%\sim 21.4\%$)>秋季($17.6\%\sim 19.7\%$)>冬季($4.0\%\sim 6.2\%$)的规律,与乐业县城气象站的季节分布相吻合。其中 5~10 月占全年总雨量的 $80.5\%\sim 85.0\%$ 。表明该区年中雨量的季节分配不均匀,春、秋干旱尤其是春旱最为严重。

表 5 雅长自然保护区平均降雨量的变化

Table 5 The changes of average rainfall in Yachang Nature Reserve												mm	
日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
花坪	18.9	30.5	28.0	34.4	125.3	190.6	204.7	175.9	85.5	66.4	24.1	13.2	997.5
果麻	12.5	19.9	26.7	13.5	219.1	208.8	294.0	180.2	121.1	67.3	28.7	25.1	1 216.9
雅长	13.5	23.6	27.1	47.0	127.5	192.7	172.3	138.5	98.6	57.4	29.8	12.8	940.8
乐业	25.4	37.4	40.9	48.1	169.4	260.8	260.5	200.1	99.6	68.9	30.2	9.9	1 251.2

3.6 蒸发量

该区年平均蒸发量为 $1\,089.8\sim 1\,685.5\text{ mm}$ (表 6),平均值为 $1\,395.9\text{ mm}$,与全区平均蒸发量($1\,577.6\text{ mm}$)减少 11.5% ,但比相临地区乐业站同期蒸发量增大 $1/3$ 强。蒸发量的季节变化,林区各站的变化趋势相一致,显示夏季或春季($29.2\%\sim 36.1\%$)>秋季($19.3\%\sim 22.6\%$)>冬季($15.1\%\sim 15.3\%$)的规律,与乐业县气象站的季节变化大致吻合。林区内 11~4 月蒸发量比同期降雨量增大 1.4

~ 5.4 倍之多,显示出该区气候比较干燥的特点。年蒸发量的垂直变化随海拔高度的升高而递减,其直减率在不同高度段存在各异,其中 380~600 m 为 $124.1\text{ mm} \cdot \text{hm}^{-1}$,600~985 m 为 $83.8\text{ mm} \cdot \text{hm}^{-1}$,这与黄连山保护区直减率为 $31.4\sim 66.9\text{ mm} \cdot \text{hm}^{-1}$ ^[8] 偏高。林区内(花坪站)年月蒸发量相应比乐业县站($1\,262.6\text{ mm}$)减少 13.7% ,这与林区森林植被的存在,风速较小等因素有关。

表 6 雅长自然保护区平均蒸发量的变化

Table 6 The changes of average evaporation in Yachang Nature Reserve												mm	
日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
花坪	47.9	61.4	106.0	114.4	133.5	133.9	107.7	112.9	85.7	68.8	59.3	58.3	1 089.8
果麻	62.8	92.3	135.9	202.9	171.3	139.6	143.6	128.8	106.6	86.2	80.8	61.6	1 412.4
雅长	74.3	99.1	156.6	194.6	200.3	179.0	181.4	179.9	144.6	109.1	84.8	81.8	1 685.5
乐业	59.2	67.1	104.7	132.2	133.8	137.5	129.5	136.6	116.1	85.7	75.9	84.3	1 262.6

3.7 相对湿度

据统计(表 7),该区年平均相对湿度为 79%~83%,变异系数在 0.02~0.03 之间,相对较平稳。相对湿度的季节变化,6~10 月各测站相对较大(82%~88%),11~5 月相对较小,就季节分配而言,显示出夏季>秋季>冬季>春季的变化规律,与

县站的季节分布相一致。这与年中降雨量及降雨日数的季节分配密切相关。保护区内的年月平均相对湿度一般比乐业县站略高。其中年月最小相对湿度比县站高 1%~8%(相对湿度值)。相对湿度的垂直变化随海拔高度的升高略有增加趋势。

表 7 雅长自然保护区平均相对湿度的变化

Table 7 The changes of average relative humidity in Yachang Nature Reserve													%
日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
花坪	82	81	75	76	81	84	88	88	85	85	84	78	82
果麻	86	86	76	73	79	84	88	89	86	84	84	77	83
雅长	75	74	71	70	77	80	84	82	82	82	80	77	79
乐业	84	83	79	79	82	84	87	86	83	84	81	79	83

3.8 风向风速

据统计,该区各站的风向频率大致相同。其中 7 月主要吹东南风,占 16 方位频率 31%,其次是南东南和东东南,各占 10%~11%;1 月主要吹东南风,占 21%;其次是北风,占 16%;从总体上看,该区冬季风与夏季风较明显。

• s⁻¹,变异系数为 0.25~0.33,变幅相对较大。风速的季节变化,各测站的变化趋势大致相似,显示春季>冬季>秋季>夏季的变化趋势,与相对湿度的季节分配正好相反。该区极大风向最高频率为 W、SW、SE、S 风,风速可达 8~12 m • s⁻¹。林区相似海拔高度风速(花坪站)比乐业县气象站偏低。年月平均风速的垂直变化随海拔高度的升高呈现递减趋势。

由表 8 可看出,该区年平均风速为 1.2~1.8 m

表 8 雅长自然保护区平均风速的变化

Table 8 The change of average wind speed in Yachang Nature Reserve													m • s ⁻¹
日期/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
花坪	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2
果麻	1.4	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3
雅长	2.3	2.6	2.5	2.6	1.9	1.7	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4	1.8
乐业	1.9	1.8	2.2	2.1	2.0	1.8	1.9	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.8

4 结 论

通过对广西雅长兰科植物自然保护区 3 个不同海拔高度连续 8 a 的观测资料统计,得出年平均日照时数 1 303.7~1 698.7 h,年日照百分率 29.5%~38.4%,平均 32.7%;年平均气温 16.8~20.4℃;日平均气温≥10℃活动积温 4 959.5~6 787.0℃ • a⁻¹;年地面平均温度 20.1~24.2℃;年降雨量 940.8~1 216.9 mm;年蒸发量 1 089.8~1 685.5 mm;年平均风速 1.2~1.8 m • s⁻¹,最大风速为 8~12 m • s⁻¹。

根据该区兰花植物分布频度的最集中地段为 800~1 200 m 以及相对应的各气象因子之间的垂直增减率状况,可推算出兰科植物生长发育较佳的气象因子为年日照时数 1 350~1 420 h,年均气温 15.4~17.9℃,稳定通过 10℃的年活动积温 4 898~5 013℃,年均地面平均温度 19.6~20.6℃,年降雨量 900~1 200 mm,年蒸发量 754~1 244 mm,年均相对湿度 81%~83 %,年均风速 1.1~1.2 m • s⁻¹。

参考文献:

[1] 严 旬. 中国自然保护区的现状、问题和发展目标[J]. 东北林业大学学报,1989,17(5):79-82.

[2] 和太平,彭定人,黎德丘,等. 广西雅长自然保护区兰科植物多样性研究[J]. 广西植物,2007, 27(4):590-595.

[3] 中央气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,1983: 35-83.

[4] 北京林学院. 数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,1980:102-105.

[5] 广西丘陵山区农业气候资源及其合理利用课题组. 广西山区农业气候与大农业开发策略[M]. 北京:气象出版社,1997:48-51.

[6] 刘淑明. 陕西子午岭自然保护区气候特征[J]. 干旱区研究, 2004,21(4):466-469.

[7] 黄承标,黄文俊,韦峰. 田林老山南坡水热条件垂直变化及森林生态效益的研究[J], 植物生态学报,1994,18(2):147-160.

[8] 王霞斐. 黄连山自然保护区气候[J]. 云南师范大学学报, 1997,17(2):95-102.

[9] 郭元涛,刘忠平,宋桂莲,等. 白石砬子自然保护区气候特征及其与森林植物的关系[J]. 辽宁林业科技, 2001(4):9-12.

[10] 杨尚英,穆婉红,张秦伟,等. 朱雀森林公园气候的疗养避暑功能研究[J]. 西北林学院学报,2000,15(3):26-28.

[11] 徐娟,王金亮,王平. 药山自然保护区气候资源研究[J]. 云南地理环境研究,2004, 16(4):22-64.