

岷江上游气候立体分布特征

张一平¹, 张昭辉², 何云玲¹

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要:通过对岷江上游的气候要素的时空间分布特征进行分析, 得出: 岷江上游的气候干、雨季分明; 气温与海拔高度的相关关系为 2 500 m 以下呈现负相关, 而 2 500 m 以上呈现正相关; 降水随高度增加呈增加趋势; 而农田蒸散量和干燥度均与海拔高度呈负相关关系。高海拔地区凉爽而湿润, 其限制因子主要是热量; 而中低海拔地区温暖而干旱, 主要限制因子是水分。通过回归分析, 得出了岷江上游主要气象要素与海拔高度的关系。认为在岷江上游地区, 开展生态恢复, 应具体分析光热水状况, 在不同海拔地区, 针对不同的气候条件, 采用相应的植物来进行生态恢复, 以取得良好的生态和经济效应。

关键词: 岷江上游; 气候要素; 分布特征

中图分类号: S16

文献标识码: A

岷江上游干流长 341 km, 流域面积 23 037 km², 位于青藏高原东缘, 处于我国自然地理垂直地带中两大阶梯之间过渡的地带, 自然条件复杂, 垂直分异显著, 自然资源和生物多样性极为丰富, 生态环境脆弱, 各种灾害十分频繁, 形成了典型的“生态环境脆弱带”; 同时又是我国川西—滇北植物特有现象中心的重要组成部份, 因此, 被称为“绿色生态屏障”、“天然调节水库”、“清洁能源基地”、“珍贵生物基因宝库”。但是, 由于多种自然因素和人为干扰活动相交叉影响及长期综合作用的结果, 特别是近期的资源利用不当、人口增长等因素的促进, 导致山地生态系统剧烈退化。如岷江上游的森林覆盖率曾经达到 45%, 然而近几百年来长期掠夺性滥伐, 森林面积锐减, 到 20 世纪 80 年代初, 岷江上游的生态系统退化达到最严重时期, 森林覆盖率仅为 18.8%。

因此, 研究岷江上游的生态环境的建设和退化山地生态系统的治理与恢复, 显得十分迫切, 刻不容缓。1998 年政府明令禁止砍伐原始森林, 对岷江上游地区进行封山育林。要从根本上恢复植被, 更好的增加植树成活率, 了解气象要素在该区的空间和

时间的分布特征, 把握山地气候条件是必不可少的, 对于山地气候的研究在其它地区也有开展^[1-10], 在岷江上游张一平等^[11]利用短期观测资料分析了南北坡的气候特征, 得到一些初步结果, 但是对岷江上游山地气候的研究仍不充分。为此本文对岷江上游气候要素的垂直分布特征进行了探讨, 期望为该区的植树造林、生态恢复提供参考。

1 研究概况

1.1 研究地概况

岷江上游位于呈南北走向的龙门山系与邛崃山系之间, 主流流向南, 流域内以高山峡谷为主, 地势北高南低, 山岭海拔一般 4 000~5 000 m, 谷底海拔 1 000~2 800 m, 岭谷相对高度 1 500~3 000 m。在南北走向的特殊地貌和西南季风的共同作用下, 焚风效应显著, 干湿季明显。

1.2 研究资料

利用松潘县和茂县的农业区划化所提供的不同海拔高度的气温、降水、蒸发和干燥度资料, 对岷江

收稿日期(Received date): 2003-08-01; 改回日期(Accepted): 2003-10-20。

基金项目(Foundation item): 中国科学院创新重大项目(KSCX1-07-03)资助。[Supported by the knowledge innovation major project of Chinese Academy of Sciences (KSCX1-07-03).]

作者简介(Biography): 张一平, 1957 生, 男, 博士, 研究员, 主要从事生态气候(城市气候、森林气象、农业气象)研究。Tel: 0871-5160904, E-mail: yipingzh@xtbg.ac.cn [Zhang Yiping, male, born in 1957, doctor, researcher. Mostly field: ecological climatology (urban climate, forest meteorology and agricultural meteorology).]

上游地区气候垂直分布特征进行了析。

另外,岷江上游地区设有国家气象站——松潘站(2 827.7 m)和茂县站(1 590.0 m),松潘位于上游上段地区,茂县位于上游中段干旱河谷的中心,为典型的干旱气候区,代表了岷江上游河谷地区,故选择松潘、茂县2个站点作为分析的基本站点,讨论岷江上游河谷区的气候年变化特征。

2 结果与分析

2.1 岷江上游气候垂直分布特征

2.1.1 气温的垂直分布特征

岷江上游干湿季分明,5—10月为雨季,11—4月为干季。干季、雨季和年平均气温随海拔高度变化如图1所示。可见,干季、雨季和年平均气温均显示了2 500 m高度上下平均气温随海拔高度的变化趋势不同;在2 500 m以下气温随高度增加而降低;在2 500 m以上则反之,呈现气温随高度升高的逆温现象。通过计算,得出了干季、雨季和年平均气温与海拔高度的回归关系(表1)。可见,海拔高度低于2 500 m的地方,随海拔高度增加气温降低;其相关均达到极显著水平;干季、雨季和年平均气温的递减率相差不大,其气温递减率在大气温度递减率(0.6℃/100 m),其年平均气温垂直梯度(0.48℃/100 m)略低于高黎贡山西坡(0.50℃/100 m),但高于东坡(0.35℃/100 m)^[7];与武夷山北坡(0.485℃/100 m)相近。而低于南坡(0.524℃/100 m)^[8];小于哀牢山东西坡(0.72℃/100 m, 0.64℃/100 m)^[9]。

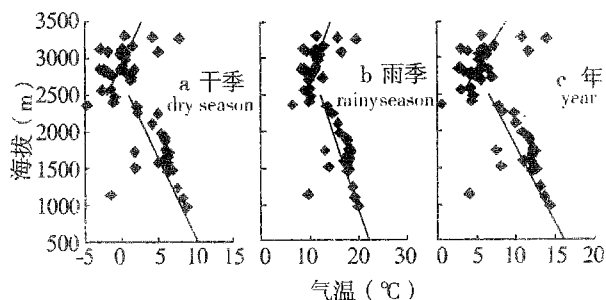


图1 平均气温随海拔高度变化

Fig. 1 The altitude variation of average air temperature

在高于2 500 m地域,气温与海拔高度呈现正相关,随海拔高度增加气温升高;其相关也达到显著(干季)和极显著(雨季、年)水平;海拔高度每升高

100 m,平均气温的升温值干季为0.47℃、雨季0.56℃、年0.055℃,显示了干季升温率较小,雨季和年平均气温升温率较大的特征。

表1 平均气温与海拔高度的相关关系 $T = a_1 H + a_0$

Table 1 The correlation between average air temperature and altitude

$H < 2500$ m $N = 27$			$H > 2500$ m $N = 27$		
干季	雨季	年	干季	雨季	年
a_1 -0.004 6	-0.004 8	-0.004 8	0.004 7	0.005 6	0.005 5
a_0 12.49	24.42	18.57	-13.71	-5.15	-10.51
r -0.574 8 ^{**}	-0.574 2 ^{**}	-0.578 1 ^{**}	0.4515 6 [*]	0.519 4 [*]	0.492 0 [*]

注: * 为显著($r > 0.05$), ** 为极显著($r > 0.01$)

2.1.2 降水量的垂直分布特征

分析干季、雨季和年降水量与海拔高度的关系(图2)可以看出,在岷江上游,降水与海拔高度的关系均为正相关关系,随海拔高度升高,降水量增加,但可分为两个区域(高海拔少降水区和低海拔多降水区)。由降水与海拔高度的相关关系(表2)可见,高海拔少降水区的干季、雨季和年降水与海拔高度的相关关系均达极显著水平,而低海拔多降水区干季的相关未达显著水平、雨季和年降水与海拔高度的相关均达显著水平。其两区域的斜率于干季相差较大,雨季较小。而截距差异干季较小,雨季和年差异较大。

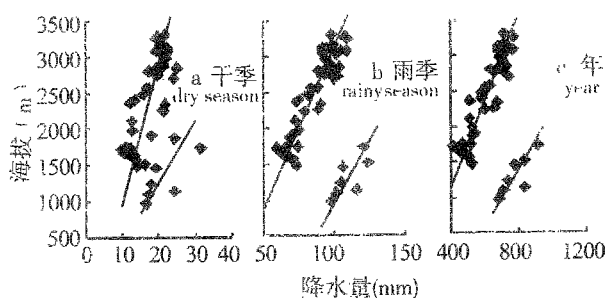


图2 降水量与海拔高度变化

Fig. 2 The altitude variation of precipitation

表2 降水量与海拔高度的相关关系 $R = a_1 H + a_0$

Table 2 The correlation between precipitation and altitude

高海拔少降水区 $N = 47$			低海拔多降水区 $N = 7$		
干季	雨季	年	干季	雨季	年
a_1 0.005 14	0.022 2	0.164 3	0.011 8	0.028 5	0.252 1
a_0 5.14	30.50	213.08	5.00	72.40	454.77
r 0.726 2 ^{**}	0.911 0 ^{**}	0.916 7 ^{**}	0.567 8	0.750 7 [*]	0.817 9 [*]

注: * 为显著($r > 0.05$), ** 为极显著($r > 0.01$)

2.1.3 水湿要素垂直分布特征

图3显示了岷江上游水湿要素垂直分布特征(重点考虑主要区域,剔出了低海拔多降水的站点)。为了归类,将年降水与海拔高度的相互关系也放在图中(图3 a)中,其分布特征见上节分析。

农田蒸散年总量与海拔有很好相关关系(图3 b,表3),农田蒸散年总量与海拔高度为负相关,随高度增加农田蒸散量减少,海拔高的地方蒸散量小,海拔低的地方蒸散量大。从图3 c可见,年干燥度与海拔高度有着显著的相关关系(表见3)。岷江上游的干燥度的分布是随海拔的下降而增加的,一般而言,高海拔的地区,较湿润,海拔越低,越干旱,特别在1500~2000 m附近,干燥度可达2.0以上,势必对其退耕还林造成影响。

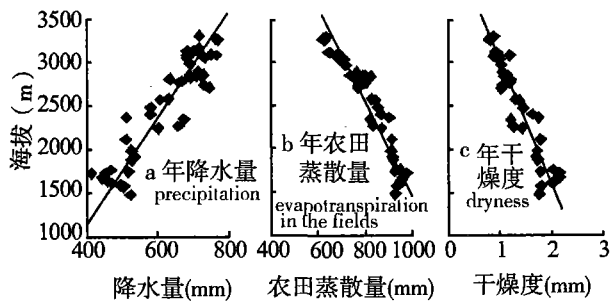


图3 水湿要素随海拔高度变化
Fig.3 The altitude variation of climatic elements

表3 气候要素与海拔高度的相关关系 $Y=a_1H+a_0$

Table 3 The correlation between climatic elements and altitude

	水湿要素 N=47			年积温 N=54	
	年降水	年农田蒸散量	年干燥度	$\sum t \geq 0^\circ\text{C}$	$\sum t \geq 10^\circ\text{C}$
a_1	0.164 3	-0.180 9	-0.000 7	-1.657 8	-1.930 1
a_0	213.08	1263.61	3.12	7063.99	6646.21
r	0.916 7**	-0.949 4**	-0.944 2**	0.980 3**	0.973 9**

注: * 为显著(r 0.05), ** 为极显著(r 0.01)

2.1.4 热量的垂直分布特征

图4给出了岷江上游积温随海拔高度的分布,可见不论是 $>0^\circ\text{C}$,还是 $>10^\circ\text{C}$ 积温,均与海拔高度有良好的负相关关系(表3),均通过极显著(r 0.01)水平。随海拔高度增加,积温值下降,对于大于 0°C 积温(图4 a),在海拔较低处(1 000 m)积温可达5 000 $^\circ\text{C}$ 以上,而到3 300 m高度,积温不足1 900 $^\circ\text{C}$; $>10^\circ\text{C}$ 积温(图4 b)也有同样规律,在海拔较低处(1 000 m)积温可达4 300 $^\circ\text{C}$ 以上,而到3 300 m高度,积温不足500 $^\circ\text{C}$ 。由此可知,在岷江上游高海拔区退耕还林,其热量不足乃是一个限制因子。

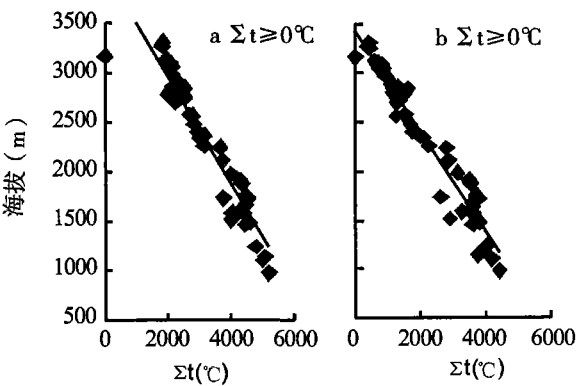


图4 积温随海拔高度变化
Fig.4 The altitude variation of accumulated temperature

2.2 岷江上游河谷地区气候时间分布特征

2.2.1 光、热要素的年变化特征

由以上分析可知,岷江上游河谷地区,光照少,气温高,对开展生态恢复十分不利。图5给出了岷江上游河谷区的日照时数和平均气温的年变化。可见,日照时数(图5 a)上游上段区多于上游中段区,差异在6-8月较小;并且上游上段区日照时数的变化程度小于上游中段区。平均气温的年变化(图5 b)上段和中段河谷区的变化趋势相似,均为1月最低,7月最高;但与日照时数相反,上段河谷区的各月平均气温均低于中段。

2.2.2 水湿要素的年变化特征

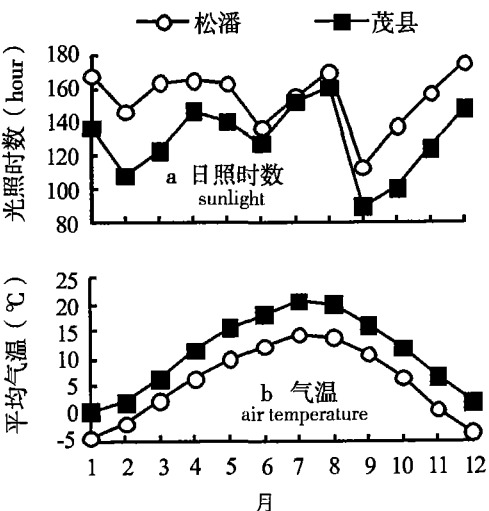


图5 河谷地区气候要素年变化
Fig.5 The annual variation of climatic elements in the valley

图6显示了岷江上游河谷区的水湿时间分布特征。可见,在11-4月(干季)降水量(图6 a)均较少,月降水量上游上段河谷区少于60 mm,而中段

河谷区不足 50 mm。降水主要集中在 5—10 月(雨季),形成了干、雨季分明的气候特征。并且,上段河谷区的降水量一般都多于中段河谷区,其差异在雨季明显。上段的松潘年降水为 595.7 mm,而中段的茂县为 407.2 mm,相差 188.5 mm;松潘站的雨季降水量占全年的 83.1%,与茂县的 83.3% 相近。

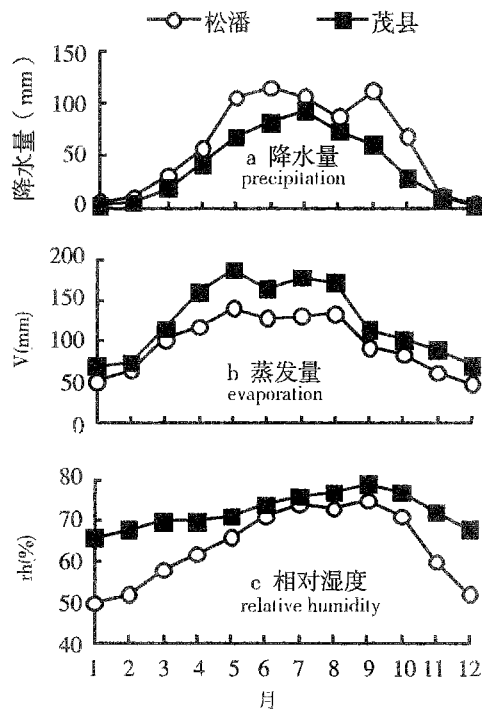


图 6 河谷地区水湿要素的年变化

Fig. 6 The annual variation of climatic elements in the valley

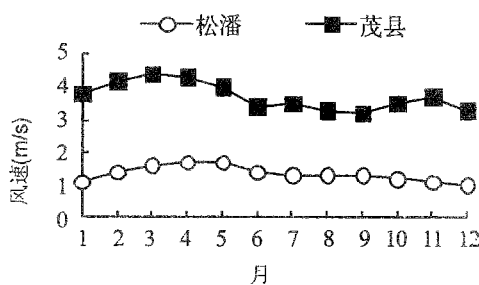


图 7 河谷地区风速的年变化

Fig. 7 The annual variation of wind speed in the valley

对于蒸发量(图 6 b),显示了干季较小,而雨季较大的特征,与降水不同的是,上段河谷区的蒸发量少于中段河谷区,特别在 5—8 月,上段的松潘可比中段的茂县少 35 mm 以上,最大可多达 48.6 mm。年蒸发量上游上段河谷地区为 707.5 mm,小于中段河谷区(920.5 mm)。这是由于茂县的温度,风速均大于松潘,而降水又小于松潘之故。

2.2.3 风速的年变化特征

两地的相对湿度(图 6 c)也同样是干季较小,雨季较大;上段河谷区的相对湿度小于中段,其中最小月平均相对湿度松潘为 50%,低于茂县(66%);但其年变化大于中段。其年平均相对湿度上段为 63.7%,小于中段(72.3%)。

综上所述,岷江上游河谷区,水湿条件不尽理想,而干季水分状况更为不理想;其中,中段河谷区的水湿状况较上游河谷区更为恶劣,其年降水仅比树木生长所需的 400 mm 略多,在少雨年份,势必对树木生长造成影响,十分不利于该区森林恢复工作。

图 7 为岷江上游河谷区的风速年变化。可见年变化较小;但干季略大于雨季;上段松潘的风速小于中段的茂县,其差异干季略大于雨季。年平均风速松潘为 1.3 m/s,仅为茂县(3.7 m/s)的 1/3。

由此可知,在气温较高、水湿条件较差的上游中段河谷区,其风速也较大,并且在干季显著,这加剧了中段河谷区的干旱程度。

3 讨论与小结

由以上的分析讨论可得出:岷江上游的气温垂直分布趋势为海拔高度 2500 m 以下平均气温呈现随海拔增高气温递减;而 2500 m 以上则是弱逆温分布的变化趋势,其积温则是随高度增加,积温值降低。可以认为,在岷江上游的高海拔地区,热量不足,对于退耕还林、生态恢复,也将是一个限制因子。

降水的垂直分布呈现随高度增加,降水也增多的分布趋势,大多数低海拔地区,降水较少,其年降水仅比树木生长所需的 400 mm 略多;而农田蒸散量的垂直分布则是随海拔高度升高,蒸散量减低;导致干燥度呈现低海拔地区大,而高海拔地区小的垂直分布特征。

由此可以认为,岷江上游河谷区,水湿条件不尽人意,而干季水分状况更不理想;其中,中段河谷区的水湿状况较上段河谷区更为恶劣,在少雨年份,将对树木生长造成影响;而岷江中游河谷区日照少,气温高,风速大,使得气候环境条件更加恶劣,十分不利于该地区地森林恢复工作。

因此,要在岷江上游地区开展植树造林的生态恢复工作,必须充分考虑其气候环境,在中、低海拔地区主要考虑水分条件,而在高海拔地区则主要考虑热量条件,因地制宜,结合其光、热、水条件,选择适当的树木、灌木或草本植物,循序渐进,才能达到生态恢复的最终目的。

参考文献(References):

- [1] Zhang Keying. The characteristics of mountain climate in the North of Ailao Mts[A]. In: Wu Zhengyi *et al.* Research of forest ecosystem on Ailao Mountains, Yunnan[C]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 1983. 20~29. [张克映. 哀牢山北段山地气候特征[A]. 见:吴征镒,等. 云南哀牢山森林生态系统研究[C]. 昆明:云南科技出版社,1987. 20~29.]
- [2] Weng Duming, Sun Zhian. A preliminary study of the lapse rate of surface air temperature over mountainous regions of China[J]. *Geographical Research*, 1984, 3(2): 24~34. [翁笃鸣,孙治安. 我国山地气温直减率的初步研究[J]. 地理研究,1984, 3(2): 24~34.]
- [3] Yang Qinye, Shen Kangda. On vertical zonation of the northwestern Yunnan[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1984, 39(2): 141~147. [杨勤业,沈康达. 滇西北横断山区的垂直自然带[J]. 地理学报,1984, 39(2): 141~147.]
- [4] Lin Zhiguang. The temperature feature of tropical basin of Nu-Jiang Valley in Yunnan Province[J]. *Tropical Geography*, 1985, 5(2): 108~115. [林之光,葛其芳. 怒江河谷热带坝区气温特征[J]. 热带地理,1985, 5(2): 108~115.]
- [5] Ma Youxin, Zhang Keying, Zhang Yiping. An analysis on light resources in the northern part of the Ailao Mountain[J]. *Mountain Research*, 1992, 10(3): 161~166. [马友鑫,张克映,张一平. 哀牢山北段光资源特征初步研究[J]. 山地研究,1992, 10(3): 161~166.]
- [6] Guo Yuqing, Zhong Shaohuai. The Mountain temperature inversion in Xishuangbanna of Yunnan[J]. *Tropical Geography*, 1986, 6(2): 18~22. [郭玉清,钟绍怀. 西双版纳的山地逆温[J]. 热带地理,1986, 6(2): 18~22.]
- [7] Huan Dahua, Fu Shaoming. Distribution characteristics of surface air temperature over Gaoligong Mountain of China[J]. *Meteorology*, 1985, 11, 18~21. [黄大华,傅绍铭. 高黎贡山气温的分布特征[J]. 气象,1985, 11, 18~21.]
- [8] Lin Zhiguang, An Shunqing, Wuqi. A study on vertical distribution characteristics of air temperature of Wuyi Mountain[J]. *Meteorology*, 1983, 4, 18~19. [林之光,安顺清,吴其. 武夷山区气温垂直梯度的研究[J]. 气象,1983, 4, 18~19.]
- [9] Zhang Keying, Liu Yuhong, Ma Youxin, *et al.* Distribution characteristics of the air temperature resource of Ailao Mountains (Southwest Monsoon Mountainous Area)[J]. *Journal of Natural Resources*, 1996, 11(4): 347~354. [张克映,刘玉洪,马友鑫,等. 哀牢山(西南季风山地)气候资源与气候特征研究[J]. 自然资源学报,1996, 11(4): 347~354.]
- [10] Liu Yuhong, Zhang Keying, Ma Youxin, *et al.* Temporal and special distribution characteristics of air temperature on Ailao Mountains[J]. *Mountain Research*, 1996, 14(4): 230~234. [刘玉洪,张克映,马友鑫,等. 哀牢山气温时空分布特征[J]. 山地研究,1996, 14(4): 230~234.]
- [11] Zhang Yiping, Ge Zaiwei, Liu Yuhong, *et al.* A comparative study on difference of microclimate between south facing and north facing slope of the upper reaches of Minjiang River in rainy season[J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, 20(6): 680~686. [张一平,葛在伟,刘玉洪,等. 岷江上游雨季南北坡小气候特征比较[J]. 山地学报,2002, 20(6): 680~686.]

Distribution of Climatic Elements in the Upper Reaches of Minjiang River

ZHANG Yiping¹, ZHANG Zhaochui², HE Yunling¹

1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223

2. School of Resource Environment & Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091

Abstract: Based on the analysis of spatio-temporal distributions of climatic elements in the upper reaches of Minjiang River, the results indicate that climatic elements show differences in rainy and dry season. Air temperature is positively under 2 500 m and negative above 2 500 m, correlated to altitude. Precipitation increases with altitude. Evapotranspiration and dryness of the field is negatively correlated to altitude respectively. Being cool and humid, the region of high altitude is lack of heat; and the region in middle and low altitudes is warm and dry, water is the control factor. Besides, the correlation between main climatic elements and altitude was studied based on regression analysis. The ecological restoration within the upper region of Minjiang River therefore demands a knowledge of climatic characteristics in order to exploit the beneficial ecological effects.

Keywords: the upper reaches of Minjiang River; climatic elements; distribution