

## 西双版纳地区气候变化与森林片段化\*

马友鑫 郭萍 张一平 李佑荣

(中国科学院西双版纳热带植物园, 昆明 650223)

**摘要** 根据 1959~1994 年西双版纳地区三站的年均(和季平均)气温、最高和最低气温、地面温度、降水、相对湿度、日照时数、雾日数和雾持续时间资料, 分析了 35 年来该地区气候变化特征。结果表明, 温度增加显著, 这种增温以夜间贡献为主; 而降水、相对湿度、年雾日数和雾持续时间则明显减少。本文讨论了这种地方气候变化与森林片段化之间的联系。

**关键词** 气候变化, 森林片段化, 森林-大气耦合, 森林结构, 热带地区

### 1. 前言

西双版纳地区位于我国滇南热带北缘, 属于西南季风气候类型。自 1980 年以来, 我国气候学家开始关注该区气候变化规律的研究。张克映和张一平(1984)和 Zhang(1986)对辖区景洪站 1954~1980 年气候变化进行了对比研究, 随后将研究扩大到辖区四站(景洪、勐腊、勐海和勐龙)(Zhang et al, 1992), 指出森林减少是造成地方气候变化的主要原因。近年来相继开展了对景洪降水、气温(王宇, 1996)、雾(宫世贤和凌升海, 1996)的气候变化分析, 以及城市热岛效应研究(李红梅和刘文杰, 1997)。本文把资料补充到 1994 年, 综合考虑各气象要素来研究西双版纳近 35 年来气候变化, 并从森林片段化角度来探讨其变化原因。

### 2. 研究方法

西双版纳有 4 个国家气象观测站, 即景洪、勐腊、勐海和勐龙, 它们分布在 550m 至 1200m 的山间盆地, 其中景洪站 20 世纪 80 年代中期后城市热岛效应显著, 本文进行资料平均处理时剔除了该站。所用资料的时间序列时段除雾持续和雾消时间外均为 1959 年到 1994 年。资料处理方法如下: 对勐腊、勐海和勐龙三站气象资料相加平均, 求出各要素逐年距平值及其 5 年滑动平均值的时间序列变化, 同时对线性趋势进行显著性检验。

### 3. 结果

---

\* 得到云南省自然科学基金(97C093M)、国家自然科学基金(39770141)、中国科学院“九五”重大项目(KZ951-A1-104-01)资助, 同时获得国家人事部非教育系统留学回国人员科技活动择优资助 D 类项目和中国科学院留学经费择优支持回国工作基金项目的资助。

### 3.1 温度

年平均气温(图 1a)和年平均地面温度(图 1b)的距平值在 1959 年至 1979 年时段分别为  $-0.2^{\circ}\text{C}$  和  $-0.3^{\circ}\text{C}$ , 呈现  $<0$  趋势;但在 1980~1994 年之间,距平值则  $>0$  (均为  $+0.3^{\circ}\text{C}$ ),表现出增暖现象,不过这种增暖作用小于全国平均水平(陈隆勋等, 1998)。总的来讲,年均气温和年均地面温度的距平值随着时间增加而呈现增加趋势,其相关系数(分别为 0.57 和 0.61)达极显著水平( $P < 0.001$ )。对于各季节的增温贡献,以春季最大、夏季次之(图 1c, 图 1d),增温显著( $P < 0.001$ );而秋、冬季变化不明显(图 1e, 图 1f)( $P > 0.10$ ),这明显有别于我国广大地区冬、秋季是 80 年代中期以后增温的主要贡献季节(陈龙勋等, 1998)。

由图 1h 看出,在 1964~1979 年间年均最高气温是变冷的,在 1964 年前稍有增加,随后下降,在 1980 年以后回升,在 1989 年达最高。这种波动基本在 0 线附近,总的增温效果不明显( $P > 0.10$ )。然而年均最低气温的距平值则随着时间推移增加明显(图 1i)( $P < 0.001$ ),换言之,西双版纳增暖主要是晚间温度变暖,这与全球气温变化特征一致,也即最高气温变化不大而最低气温增暖显著。

### 3.2 降水和湿度

年降水量随着时间增加有明显减小趋势(图 2a)( $P < 0.05$ ),尤其在 1985 年以后更显著,其量比 1959~1984 年平均减少 100mm 以上。年降水日数( $>0.1\text{mm}$ )和年降水量一样具有显著减少的年际变化趋势(图 2b)( $P < 0.01$ ),1985~1994 年间比 1959~1984 年间年平均减少达 16 天。因上述降水量和降水日数几乎同步减少,因而其降水强度变化不显著(图 2c)( $P > 0.10$ )。

由图 2d 看出,年均相对湿度下降趋势明显( $P < 0.05$ ),但其下降开始年份较降水提前 6 年。年均相对湿度 1980~1994 年比 1959~1979 年平均减小 1.4%,这与全国年均相对湿度增加(陈龙勋等, 1998)呈鲜明对比。

### 3.3 雾

与相对湿度一样,年总雾日数在显著地( $P < 0.001$ )减少(图 3),1980~1994 年较 1959~1979 年平均减少约 14 天。

此外,雾持续时间随着时间增加而有下降趋势(图 4),勐腊 1990~1995 年较 1965~1969 年减少 1.43h,而景洪 1990~1995 年较 1954~1959 年减少高达 2.77h。雾消时间由少许推迟趋势,换言之,雾持续时间的减少主要因起雾时间推迟所引起,这与前述晚上温度升高和平均湿度减少有关。

### 3.4 日照

由图 5a 和图 5b 看出,年日照时数和年均日照百分率在 1963 年以前较低,随后直至 1984 年其距平值的 5 年滑动平均基本  $>0$ ,之后又减少,这种变化较全国总趋势在减少(陈龙勋等, 1998)稍显复杂些,线性变化不明显( $P > 0.10$ )。然而,对于海拔较高的勐海站来讲,年日照时数和年均日照百分率似有显著( $P < 0.05$ )增加趋势(图 5c 和图 5d),这可能与雾层变薄有联系。

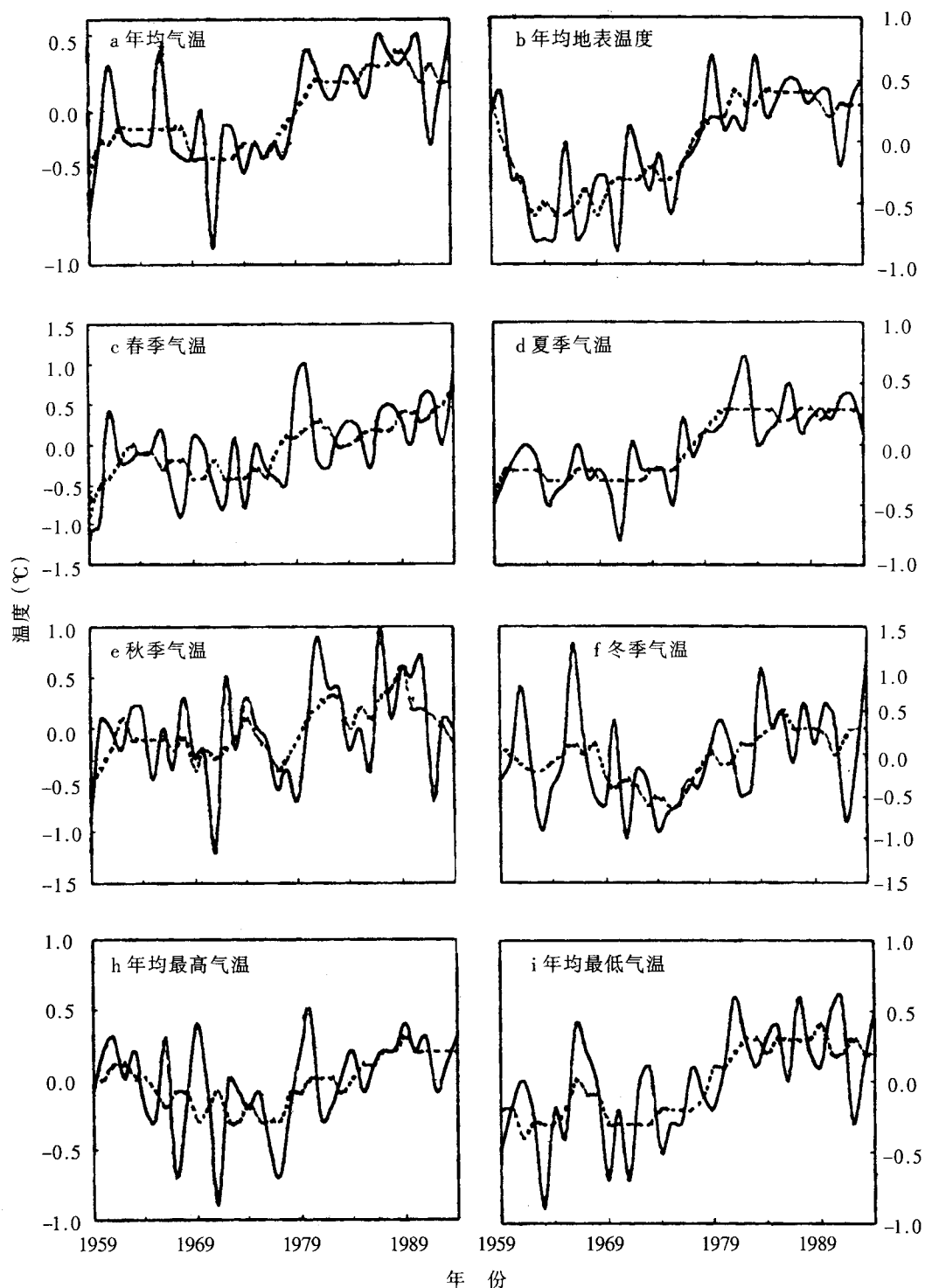


图1 西双版纳温度距平(实线)及其5年滑动平均(点线)的年度变化

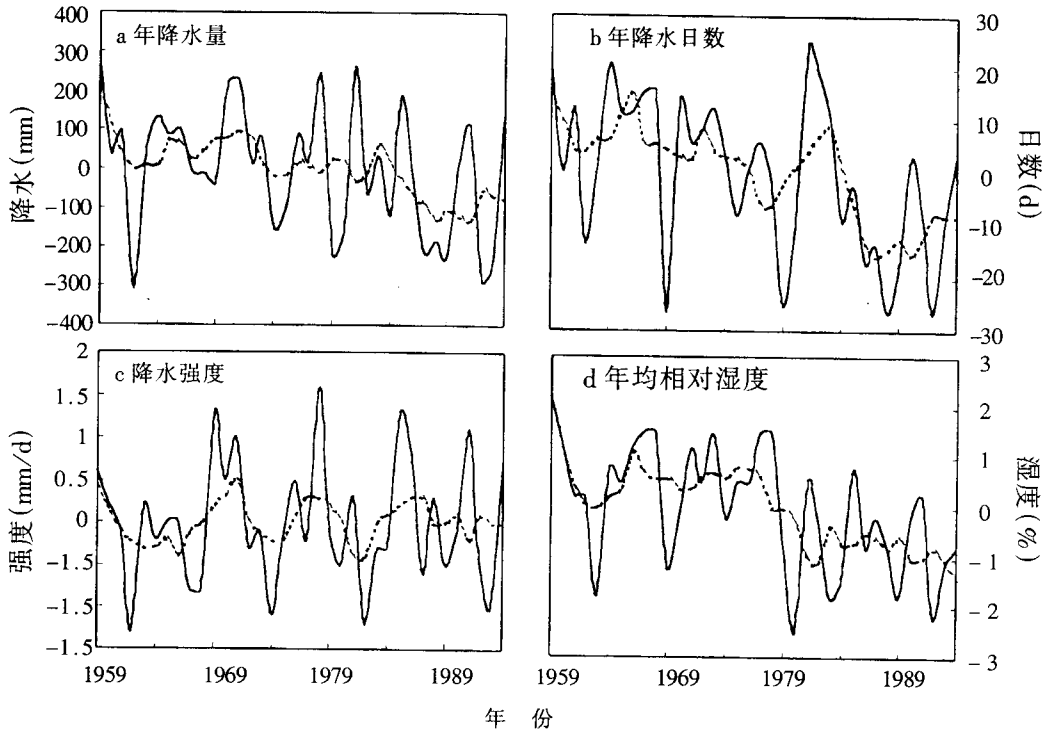


图 2 降水和湿度的距平值(实线)及其 5 年滑动平均(点线)的年际变化

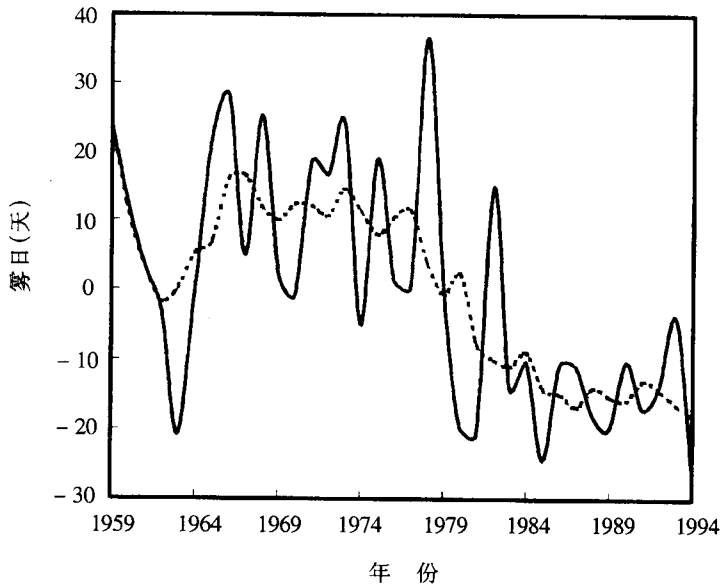


图 3 年总雾日的距平值(实线)及其 5 年滑动平均(点线)

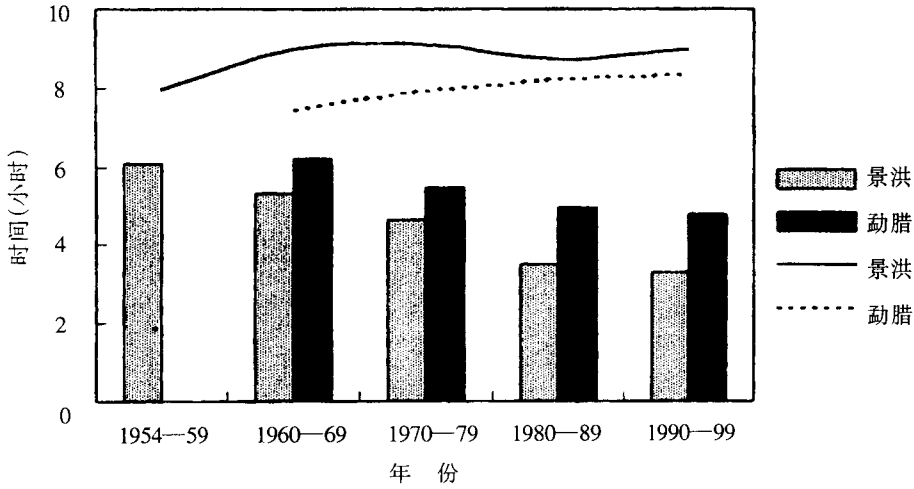


图4 景洪、勐腊 10—3 月雾持续(柱形)和雾消时间(曲线)的年际变化(据宫世贤和凌升海, 1996)

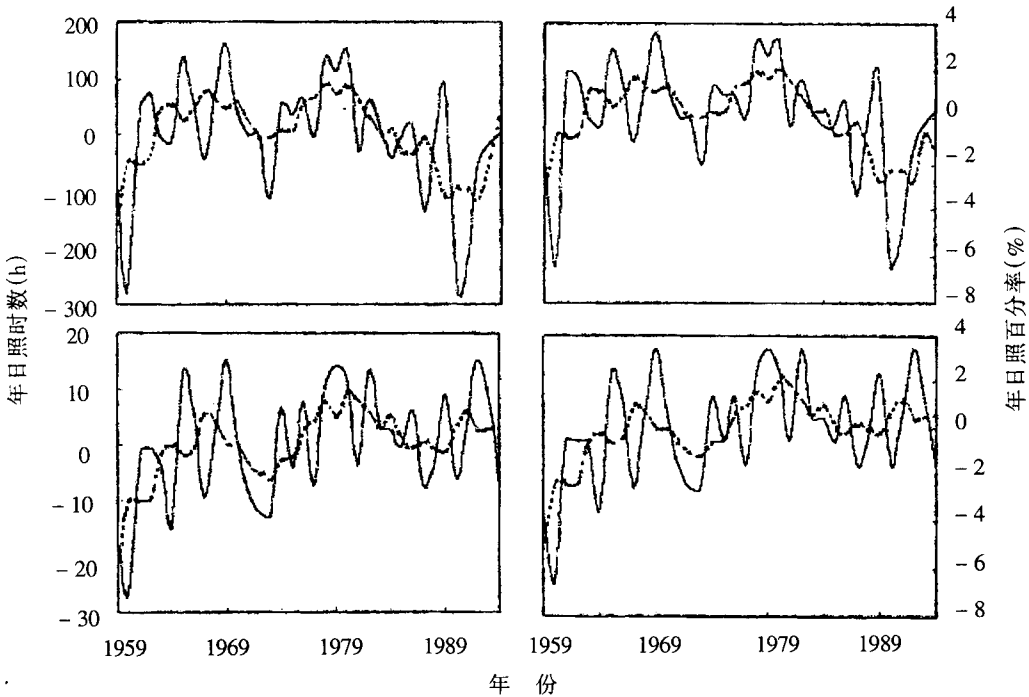


图5 日照距平值(实线)和5年滑动平均(点线)

#### 4. 讨论

我们的研究指出, 西双版纳地区降水量和空气相对湿度在减少, 特别是在 1980 年以后, 减少更为明显。张克映等 (1984)、Zhang (1986)、Zhang et al (1992) 和宫世贤等 (1996) 在分析地方气候变化时指出, 西双版纳地区森林面积的减少是地方气候变化的

主要原因。在解放初期西双版纳地区分布大量的热带雨林,但由于人口膨胀(由1949年199,300人口猛增至1982年646,400人口)和人类活动加强,森林覆盖率由50年代初期的55%陡降至80年代的近30%(图6),导致600,000 ha天然林消失(平均减少速度20,000 ha/年),即使现存森林多以星罗棋布的、被农田和草场及撂荒地等退化生态系统所包围的森林片断形式存在。这使森林生态功能变弱,制约并影响森林-大气间能量和物质的输送,进而影响地方气候变化。

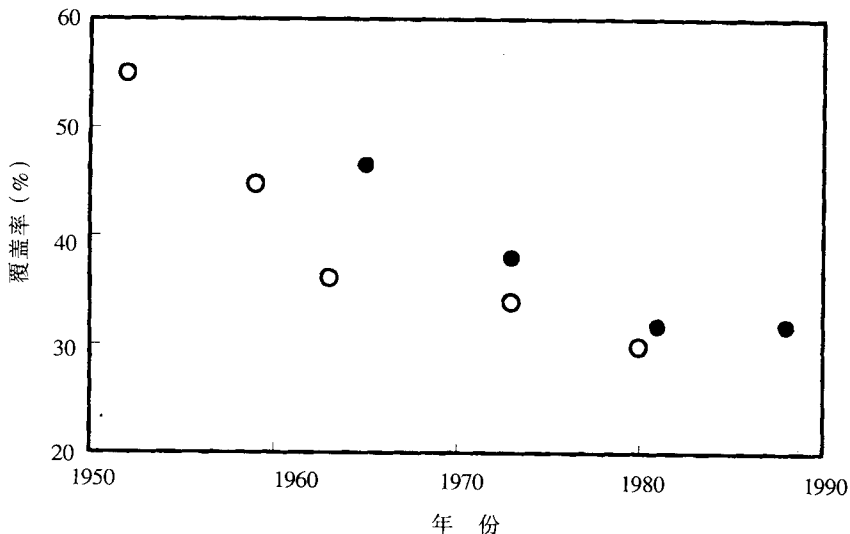


图6 西双版纳地区森林覆盖率变化(空心圆据郭瑞祥<sup>①</sup>等,实心圆据Li,1992)

大面积森林清除后,蒸腾的减少导致较少云量形成和较少降水,结果增加干旱可能性。亚马逊森林砍伐模拟结果揭示出,地区气候对植被类型和密度具有敏感性(Dickinson, 1991)。砍伐森林使下垫面反射率增加、粗糙度减小,从而影响表面温度和潜热通量等(Dale, 1997)。刘树华等(1996)研究指出,植被面积的大小,控制着该地区局地环流的强度,大面积森林有利于改善局地生态环境。Dale(1997)同时指出,过伐森林还能增加浮尘总量,反过来引起辐射冷却和降水减少。

本文仅分析了年降水和年均降水强度,然而其变化也具季节特征。Zhang(1986)指出,雨季前期(5~7月)降水量和降水强度非但不减少,反而增加,导致洪涝水灾频发和水土流失严重。这种变化与毁林后大气对流加强有关。

西双版纳地区近35年温度变化表明,温度总趋势是上升的,尤其进入80年代,升温明显。一些研究指出,近40年来我国西南地区有显著的降温现象(李斌<sup>②</sup>,1996;陈隆勋等,1998)。王宇(1996)在分析云南40年来气候变化时,揭示出滇北一些地区存在变冷趋势,而滇西南的西双版纳地区则有升温趋势。云南这种气候变化特征似与地区土地覆盖变化和人类活动影响有关,因为云南广大地区主要受西南季风控制(Zhang,

① 郭瑞祥等,建立大林业生态及经济体系是保护和开发西双版纳的有效途径。

② 科学家警告:华北地区未来三十年更趋干旱,1996年12月20日《中国科学报》第一版(李斌)

1988), 从区域尺度上讲, 环流特征变异的可能性较小, 这可从中高纬度地区增温显著、低纬度地区不明显的全球变化来佐证。西双版纳地区土地覆盖最大变化即为森林减少并呈片断化, 片断森林的气候效应明显降低 (马友鑫等, 1998)。同时, 橡胶林种植面积已由 1953 年的 1,000ha 发展到 1986 年的 70,000 ha, 部分替代了原始森林。橡胶林虽然在维持地方气候具有一定的作用, 但无论从结构和功能上远不如茂密的天然林。从不同季节气温增强来看, 以高温干燥的春季最大, 增温速率达  $0.27^{\circ}\text{C}/10$  年。究其原因, 可能主要是森林面积减少和片断化, 以及群落结构简单化 (Zhang and Cao, 1995), 使森林对地方气候的调控能力降低。

温度升高, 降水减少, 将严重影响地表面水分收支平衡, 使西双版纳地区干旱程度增强, 加大了气候大陆度 (张克映, 1998)。

西双版纳地区年均最低气温增加表明, 该地区夜晚温度是在变暖以及湿度降低, 这可能是导致该地区雾持续时间变短的主要原因, 这种变化可能与森林面积大量减小有直接联系。因为森林砍伐阻碍了森林以蒸散形式向大气中输送水气, 从而降低了空气中水气含量, 使其相对湿度降低, 全球热带雨林的蒸腾量为疏林和灌丛的 7 倍 (叶岱夫, 1998) 更表明了热带雨林对地方降水和空气湿度贡献的重要性。空气湿度和降水减少使全年雾日总数降低 (宫世贤和凌升海, 1996)。

年日照时数和年均日照百分率变化原因显得复杂些, 这是否与森林砍伐后使空气中浮尘总量增加有关需要进一步研究。

## 5. 结论

天然森林面积减少和片断化是西双版纳地区气候变化的主要原因。年均气温和年均地面温度均在 1980 年开始增加, 1980~1994 年较 1959~1979 年平均增加分别为  $0.5^{\circ}\text{C}$  和  $0.6^{\circ}\text{C}$ , 这种增温作用以高温少雨的春季为最大。该地区增温以夜间贡献为最大。在 1985 年以后西双版纳地区年降水则开始减少, 1985~1994 年较 1959~1984 年平均减少 100mm, 年均空气相对湿度开始减少年为 1980 年, 1980~1994 年较 1959~1979 年平均减少 1.4%。年总雾日数 1980~1994 年减少约 14 天。每日雾持续时间, 景洪和勐腊 90 年代分别减少 2.8 小时和 1.4 小时。

## 参考文献

- [1] 马友鑫、刘玉洪、张克映, 1998: 西双版纳热带雨林片断小气候边缘效应的初步研究. 植物生态学报, 22 (3): 250~255
- [2] 叶岱夫, 1998. 降水与森林相互作用机理的探讨. 大自然探索, 17 (1): 85~89
- [3] 王宇 编著, 云南气候变化概论, 北京: 气象出版社, 1996 年, 190 页
- [4] 刘树华、黄子琛、刘利潮, 1996. 半干旱区植被覆盖度对边界层气候热力影响的数值模拟. 气象学报, 54 (3): 303~311
- [5] 李红梅和刘文杰, 1997. 景洪市城市发展对气候的影响. 气象, 23 (3): 38~41
- [6] 陈隆勋、朱文琴、王文等, 1998. 中国近 45 年来气候变化的研究. 气象学报, 56 (3): 257~271
- [7] 宫世贤和凌升海, 1996. 西双版纳雾在减少. 气象, 22 (11): 10~14
- [8] 张克映, 1998. 热带季节雨林的气候效应. 载入: 南京大学大气科学系编, 气候学研究—气候与环境, 北京: 气象出版社, 94~101 页

- [9] 张克映、张一平, 1984. 西双版纳森林开伐对地方气候的影响. 载入: 林业气象论文集, 北京: 气象出版社, 14~23 页
- [10] Dale, V. H. 1997. The relationship between land - use change and climate change. *Ecological Applications*, 7 (3): 753~767
- [11] Dickinson, R. E. 1991. Global change and terrestrial hydrology: a review. *Tellus* 43AB: 176~181
- [12] Li, Z - X. 1992. Monitoring of tropical forest using remote sensing in Xishuangbanna, China. In: (Feng, Y - Z et al Eds.) *Proceedings of International Symposium on Man - Made Community, Integrated Land - Use and Biodiversity in the Tropics*. Kunming: Yunnan Science & Technology Press. 173~179
- [13] Zhang, J - H and Cao, M. Tropical forest vegetation of Xishuangbanna, SW China and its secondary changes, with special reference to some problems in local nature conservation. *Biological Conservation*, 73: 229~238
- [14] Zhang, K - Y. The influence of deforestation of tropical rainforest on local climate and disaster in Xishuangbanna region of China. *Climatological Notes*, (35): 223~236
- [15] Zhang, K - Y. 1988. The climatic dividing line between SW and SE monsoons and their differences in climatology and ecology in Yunnan Province of China. *Climatological Notes*, (38): 197~207
- [16] Zhang, K - Y; Zhang, Y - P and Ma, Y - X. 1992. The counteractions of deforestation on local climate in South Yunnan, China. In: (Feng, Y - Z et al Eds.) *Proceedings of International Symposium on Man - Made Community, Integrated Land - Use and Biodiversity in the Tropics*. Kunming: Yunnan Science & Technology Press. 68~77

## CLIMATE CHANGE AND FOREST FRAGMENTATION IN XISHUANGBANNA

Ma Youxin Guo Ping Zhang Yiping Li Yourong

(*Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223*)

**Abstract** The climate change in Xishuangbanna in recent 35 years is analyzed based on the data of yearly or seasonally mean air temperature, maximum and minimum air temperatures, ground surface temperature, rainfall, relative humidity, sunshine hours, fog days and fog duration at three stations of the region from 1954 to 1994. The findings shows that temperatures increases clearly, which is contributed mainly to at night, and there are obvious decreases trends in rainfall, relative humidity, fog days and fog duration. The relation of the local climate change to the forest fragmentation is also discussed.

**Key words** Climate Change, Forest Fragmentation, Forest - Atmosphere Coupling, Forest Structure, Tropical Area