

# 子午岭森林植被的破坏与对流性降雨

任 瑾\*

(兰州干旱气象研究所)

提 要: 本文基于子午岭林区面积大幅度下降的事实, 对比毁林前后两阶段林区与其外围地区气象站的降水观测资料, 重点分析了毁林前后局部地区对流性降雨的变化。

关键词: 子午岭 对流性降雨 降雨 毁林前后

众所周知, 森林植被的大面积变化在不同气候区域的影响程度亦不相同。例如, Anthes 认为<sup>[1]</sup>在半干旱地区, 植被岛或植被带一定程度上有利于在湿对流的大气条件下获得显著增多的对流性降雨; 傅抱璞先生<sup>[2]</sup>在对西北全面绿化后进行降水的估算后也认为, 绿化对降水的影响以半干旱地区的夏季最大, 在非常干旱的地区影响很小, 在比半干旱更湿润的地区其影响也减小; 罗哲贤<sup>[3]</sup>用数值试验的方法分析了植被覆盖度的变化对我国北方干旱气候的影响, 认为植被覆盖引入模式后使陆面蒸发进入大气的水份增加, 大尺度的上升运动及小尺度的对流活动加强, 区域降水量增多, 无降水持续日数缩短。

上述研究结果都是通过数值试验或理论估算得出的。在实际气候环境下植被覆盖度是下垫面中的一个变化着的因子, 变化的结果又随时作用于气候和环境。因此, 森林与气候的关系既密切又复杂, 往往难于从短时间观测中看出森林变化与气候变化(特别是降水)简单一致的关系。然而, 森林的气候作用又是需要尽早弄清的问题之一。本项工作主要出于以下几点考虑:

1. 天气尺度网格一般为2.5—3.5个经距, 次天气尺度的可以是1.0°网格。子午岭南北长百余公里, 东西宽近百公里, 与中尺度环流水平尺度相当。在这样的范围下地表植被覆盖度大幅度下降对区域气候会不会带来影响?

2. 从能量平衡角度看, 例如在方程 $B = P + LE + Q_s$ 中,  $B$ 为能量收支, 若忽略不计土壤热交换项 $Q_s$ , 则林区接受到的太阳辐射量主要消耗于蒸发与凝结潜热项 $LE$ , 气候湿润; 而裸地上的辐射收入量大部分用于湍流热交换项 $P$ , 用于蒸凝项的能量大大减少, 地表迅速增温使大气边界层内空气温度升高, 相对湿度减少, 气候趋于干燥。尽管边界层气温升高会使对流加强, 但在干燥地表面带来更多的却是尘卷风。像这一类局地气候变化在林区气象站日常观测事实的统计中应能否得到反映, 形况如何?

3. 局部地区辐射平衡分量由潜热为主代之大块感热后将影响当地温度垂直递减率, 使

• 本文1989年2月1日收到, 1990年12月26日收到修改稿。

\* 本文在罗哲贤研究员指导下完成; 工作中曾多次请教甘肃省林业、气象部门的同志; 胡心玲曾参加部分资料工作, 在此一并致谢。

对流凝结高度抬升，可能直接影响对流性过程。子午岭地区夏季降水有半数是对流性的，那么毁林前后水汽凝结高度的差异对降水影响的程度和范围怎样。

4. 子午岭林区是甘肃陇东和陕西渭北最重要的水源涵养林，遗憾的是同时又是森林植被受破坏最典型的林区。“毁掉林海，危及粮仓”，历史上著名的陇东粮仓已名存实亡<sup>1)</sup>，除人口的原因外，在气候条件方面也需要做些分析。

我们从实地调查开始，从毁林可能导致局地气候变化的物理机制入手，统计大量观测事实，分析了林区大面积被农田、裸地代替后，当地及邻近地区对流性降雨<sup>2)</sup>（阵雨）发生变化的情况。

## 一、子午岭林区概况与资料来源

子午岭林区位于黄土高原中心地带，甘肃省与陕西省交界处，东经 $107^{\circ}50'$ 至 $109^{\circ}27'$ ，北纬 $35^{\circ}06'$ 至 $36^{\circ}40'$ ，总面积约 $1.58\text{万km}^2$ <sup>3)</sup>。子午岭山地山势平缓，海拔 $1200-1900\text{m}$ ，相对高差为 $200-300\text{m}$ 。山地近似南北走向，林区主要分布在甘肃的合水、宁县、正宁、华池县境内，在陕西分布于富县、旬邑、宜君、彬县、延安、志丹等十县境内。

子午岭林区西邻董志塬，东为洛川塬，是陇东、渭北地区最重要的水源涵养林和天然绿色屏障。但近几十年来这里的森林植被却遭到了严重破坏，林区林线不断后移，现在林区中有人片的农田、荒山、毁林面积累计达 $140\text{km}^2$ ，林地面积减少了 $42\%$ ，林区面积累计减少 $1480\text{km}^2$ 。毁林开荒主要有三次，其中文革期间的一次持续时间最长，破坏规模也最大。子午岭的森林植被覆盖率由解放初期林区面积占 $50.2\%$ ，下降到目前的仅为 $19.85\%$ 。

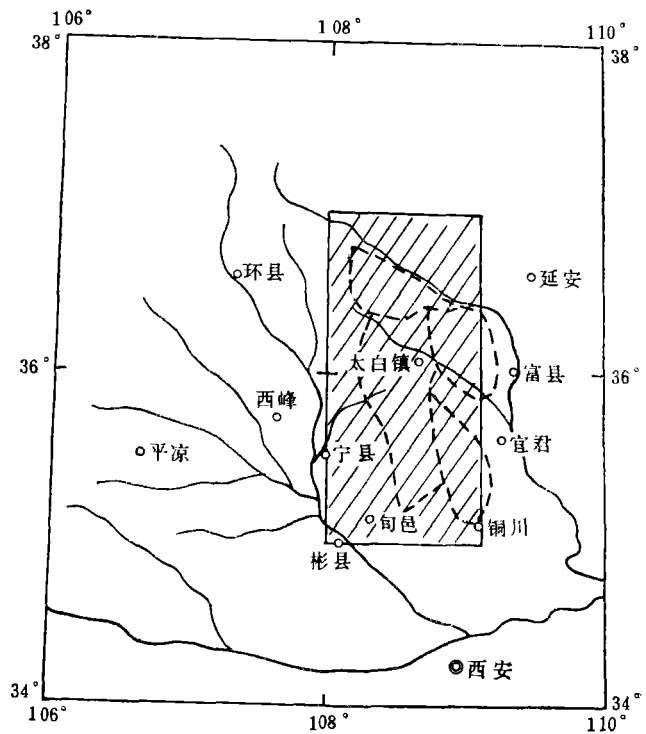


图1 子午岭林区范围与站点分布

注：阴影区为子午岭大致范围；点线为森林植被分布。

The forest region of Ziwuling and location of the meteorological observation station.

Notes: The area of shadow is the region of Ziwuling; The dotted lines are the distribution of forests.

1) 甘肃日报，1988年，4月27日。

2) 对流性降雨、阵雨：指在Cb、Cu、Sc积云属之下产生的阵性降水。

3) 米登山等，子午岭林区森林的变化及其影响，1981年。

上述林区面积与毁林面积等主要来自甘肃省和庆阳地区林业区划。确定现存森林面积与分布时参考了中国植被图和NOAA-9卫星绿色度资料。

根据调查和林业区划给出的主要毁林时期,剔除林区面积变化最大的10年(1966—1975年),分别统计1956(1957)—1965年、1976—1985年(代表毁林前、后)夏季7月、8月对流性降雨过程的日数、次数、雨量及雷暴的次数。测站选择林区中心的太白林业气候站,子午岭与外围地区九个站,以及该对照站两个(图1)。

## 二、林区气候变化

### 1. 气候要素反映出的情况

林区太白气候要素普查结果表明,林区70年代平均气温比五、六十年代升高 $0.2^{\circ}\text{C}$ ,年降水量减少 $79.7\text{mm}$ 。原以阴湿为主的林区气候近几年有所改变。其次,70年代以来林区沙尘暴、冰雹一类恶劣天气日数增加,年平均分别比五、六十年代多88%和46%。

将太白与陇东的西峰、平凉相比,西峰与太白的平均气温变化趋势一致。平凉则不同,70年代平均气温下降 $0.4^{\circ}\text{C}$ ,各季气温除春季不变外,其余均为下降的。沙尘暴日数,西峰在七十年代平均增加23%,而平凉为减少45%。

### 2. 不同时期阵雨在月降水中的百分比

阵雨所占成份的大小可以反映当地降水的主要性质及其变化。从表1可见,毁林后林区中心及子午岭7、8月,降雨量平均比毁林前减少12.8%。对照站情况有所不同,如兰州、榆中下降较小(1.5%),或不变。可见1976—1985年期间夏季阵雨大为减少的现象在子午岭也是非常典型的。

表1 阵雨量占总降水量的百分率

The Percentage of rain shower to total Precipitation in July and August, respectively.

月份	站名 阶段	太 白	宁 县	彬 县	旬 邑	铜 川	环 县	西 峰	延 安	富 县	宜 君	平 均
7 月	1956—1965	55	39	49	60	65	42	39	61	57	55	52.2
	1976—1985	41	43	31	32	35	41	31	44	53	43	39.4
8 月	1956—1965	43	34	34	45	46	36	36	60	49	45	42.8
	1976—1985	37	29	27	29	36	31	20	29	35	32	30.5

### 3. 降水趋势曲线的比较

已有的研究表明,陇东夏季降水存在准3年,6—7年左右的周期。我们采用7年移动平均绘制了太白、西峰、榆中三地(分别代表林区、林区外围与对照站)7月标准化降雨量趋势曲线(图2)。由图可见,在1956(1957)—1985年期间太白与西峰的阵雨曲线变动基本相似,有两点略有不同。一是毁林前西峰阵雨呈上升趋势,太白并无此现象;二是70年代西峰仍

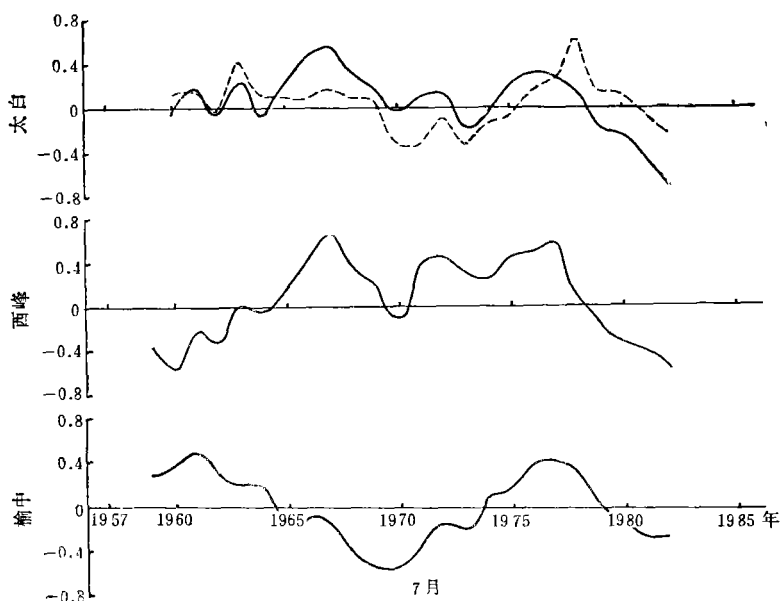


图 2 降水趋势曲线

The trends of precipitation and shower in Taibai, Xifeng and Yuzhong

有较多的阵雨量，太白则为明显的低值期。

比较图2太白7月阵雨量与月降水量曲线可见，1) 两曲线之中阵雨曲线有较明显的下降趋势；2) 70年代后期的下降阶段中阵雨下降幅度比月降水大，而且下降开始时间提前，阵雨始于1977年，月降水则在1979年。8月阵雨量与月降水量趋势（图略）呈现的事实与7月一致。

此外，试用线性回归方程： $Y = A + BX_1$ 的斜率B值<sup>[1]</sup>反映降水随时间变化的趋势。计算结果表明，1956（1957）—1985年太白、西峰、榆中三站7月阵雨均为下降趋势，其中太白下降幅度远大于其它两站，年递减1.8mm，并且也大于本站月降水的递减量。后十年（1976—1985年）减少量最大，三站分别为：太白年均下降6.9mm，为同期年均值的14%；西峰为-3.7mm，10%；榆中为-1.4mm，占5%。

### 三、毁林前后阵雨量的统计特征

对子午岭毁林前后十年及其西部对照点对流性降水过程的阵雨日数、雨量及雷暴的次数进行统计。其中前三个项目的正相关程度较高，以太白为例，三者相关系数达0.80（信度0.05），因此后面以阵雨量为主做进一步分析<sup>1)</sup>。

表2给出了毁林前后阵雨的平均值和变系数的差值（毁林后减毁林前）。看出毁林后的十年阵雨量平均比前十年普遍下降，其中旬邑、铜川、延安、太白及彬县下降20mm以上，

1) 雷暴由于80年前后规范不同，影响资料均一性，故未参考分析。

其余各站下降较小,唯宁县反有所增加,经查主要由于1978年7月有两次很强的阵雨之故。

样本平均值差异的统计显著性检验进一步表明(表3),毁林后不仅降雨量的空间分布有所变化(毁林后子午岭以东降雨量高值区范围大为缩小,东南部的铜川与东北部的延安两个高值中心消失,宜君出现新的高值中心,图略),而且部分地方降雨均值与毁林前有显著差异。

表 2 毁林前后降雨量差异比较  
The differences of the rain shower

时 期	站 名 项 目	太 白	宁 县	彬 县	旬 邑	铜 川	环 县	西 锋	延 安	富 县	宜 君
毁 林 前	平均值	75.5	39.1	54.7	77.8	82.8	48.1	40.4	82.2	68.7	67.2
	变差系数	0.726	0.480	0.722	0.607	0.455	0.813	0.950	0.944	0.720	0.650
毁 林 后	平均值	48.9	50.7	31.3	34.6	40.2	40.5	36.5	55.5	56.1	63.5
	变差系数	0.907	1.174	1.131	1.042	0.717	0.917	0.684	0.657	0.679	0.702
差 值	平均值	-26.6	11.6	-23.4	-43.2	-42.6	-7.6	-3.9	-26.7	-12.6	-3.7
	变差系数	0.181	0.694	0.409	0.435	0.262	0.074	-0.266	-0.287	-0.041	0.052

表 3 毁林前后降雨差异的显著性检验  
The significance test of the average value of the rain shower  
before the forest was destroyed and the forest was destroyed.

站 名	太 白	宁 县	彬 县	旬 邑	铜 川	环 县	西 锋	延 安	富 县	宜 君
t <sub>实测</sub>	1.169	-0.559	1.362	2.255*	2.84*	0.426	0.269	0.985	0.075	0.188
t <sub>α=0.05</sub>	2.11	2.11	2.11	2.11	2.101	2.11	2.101	2.101	2.12	2.101

注: \*表示统计平均值差异显著。

表3给出的结果表明,毁林前后降雨总体平均值存在显著性差异的地方为旬邑与铜川,毁林后降雨显著减少,这中间以假当真判断错误的概率仅可能为5%。太白与彬县在后十年降雨下降虽然也较大,但未通过0.05信度的显著性检验。其余各站降雨量变化较小。因此,尽管毁林后本区绝大部分地方降雨都有所减少,但从统计显著性检验结果看,多数属于“现象”,存在总体差异的仅限于局部地方。

在统计本区各站对流性雨量的过程中已注意到,毁林后的序列比毁林前振动更大。计算各站7日降雨量的变差系数 $C_v$ <sup>1)</sup>表明,毁林后各站降雨序列的 $C_v$ 值多数增大,特别是位于本区南部的宁县、彬县、旬邑, $C_v > 1.0$ ,序列变得极不稳定。其中宁县 $C_v$ 值变化最大,毁

1) 变差系统 $C_v$ :表示序列变动程度的特征数,为平均值与标准差之比。

林前为0.48，毁林后为1.171。检查该站毁林前后阵雨序列可见，毁林前相对比较均匀，而毁林后变得悬殊极大。这似乎说明森林植被与对流性降雨有一定的内在联系，即在中、小强度的湿对流条件下，子午岭森林有利于激发当地及邻近地区的对流性降雨，或者促使对流性降雨过程的雨量增加；而在系统很强的强对流下，即不需要来自地方性的激发，森林植被对它的抑制作用也极为有限。正由于7月在于午岭地区存在大量的对流系统，才使森林锐减对该地区阵雨产生一定影响。

### 四、毁林对阵雨分布的影响

根据表2中平均值的差值绘图3，从图中可见，子午岭毁林后阵雨下降的地区有两个，一个在本分析区域的东南部，另一个位于东北部，中心值分别减少10.0mm和25.0mm以上。西部地区变化较小，阵雨下降均不超过10.0mm。

图4为毁林前后7月降水量的差值分布。与图3不同，图4中毁林后降水量有一增加带，位于本区中部偏南地方，其两侧为减少带，分别增减约15—20mm。此外，位于西北的环县降水量比降雨量减少更多。

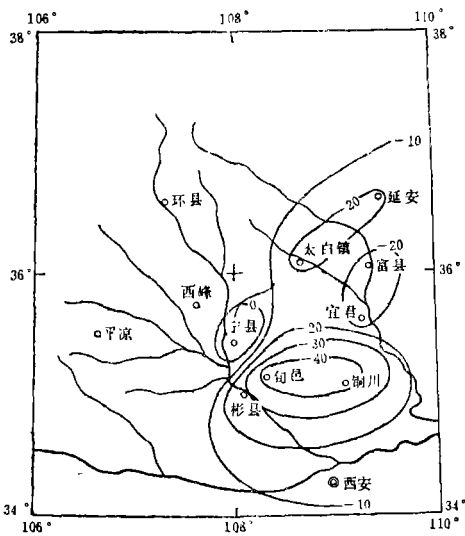


图 3 毁林前后阵雨差值分布  
The differences of the rain shower  
average values

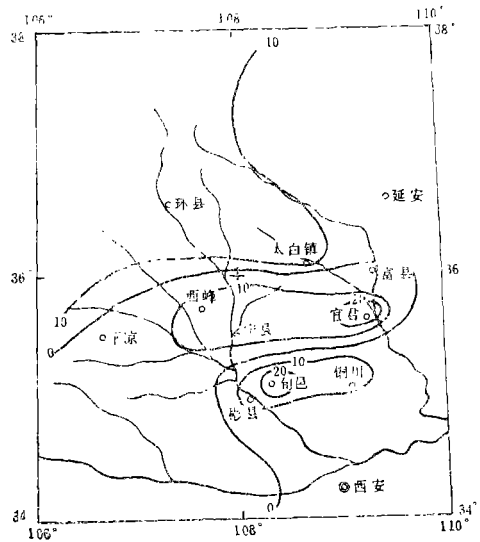


图 4 毁林前后总降水量差值分布  
The differences of total precipitation  
average values

若以南北走向的子午岭为界，则东部南北两端毁林后阵雨下降较多，尤其东南部铜川、旬邑一带下降幅度最大（图2）。原因主要是对流性降雨多受西北或偏北气流影响之故，如，统计平凉高空风结果表明，在对流性降雨过程发生时，1006m高空风向频率西北风占多数，风速大于6 m/s。

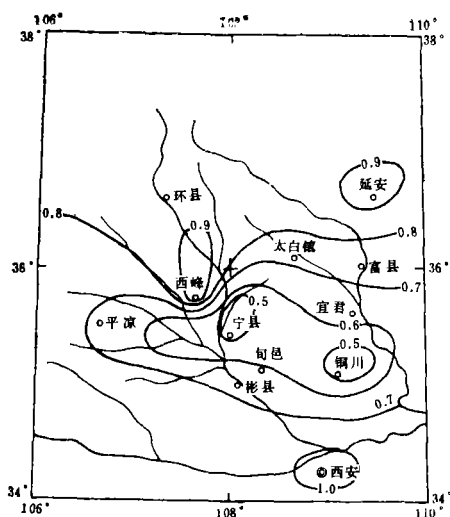


图 5 毁林前阵雨Cv分布

Cv of The rain shower before the forest was destroyed ( $Cv = \rho/\bar{x}$ ).

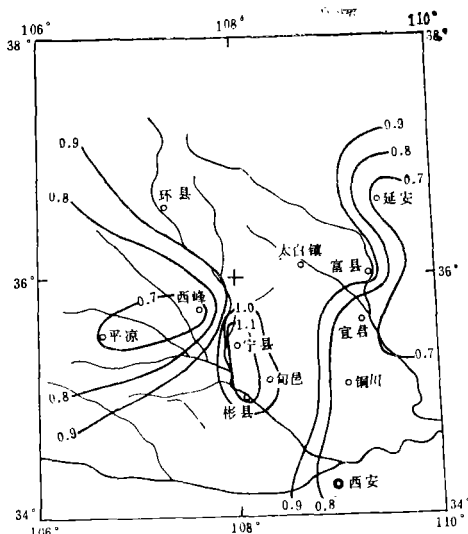


图 6 毁林后阵雨Cv分布

Cv of the total precipitation after the forest was destroyed ( $Cv = \rho/\bar{x}$ ).

比较图 5 与图 6 可见, 毁林前变差系统Cv高值区主要在北半部, 低值区在南半部, 中心位于宁县和铜川; 毁林后则不同, 最高值区移到南部, 并且由高中心向东西递减, 低值区分别位于子午岭的两侧。

与阵雨情况不同, 毁林前后 7 月降水量Cv值的分布形势(二图略)比较近似, 而且毁林前后Cv值普遍变化不大。

综上所述, 可初步看出毁林给予午岭及临近地区气候带来一定的影响。就降水而言, 阵雨减少趋势比降水量明显, 而且主要下降阶段降雨比月降水提前 2 年; 阵雨量减少的趋势, 林区比外围地区清楚; 毁林后降雨受影响最大的是本分析区域东南部的旬邑与铜川, 其次是林区中心与东北部; 阵雨序列振动毁林后比毁林前普遍明显增大。

就本工作看, 要完全剔除大气候的作用, 单纯讨论子午岭植被破坏对降水(即使阵雨)的影响是困难的, 我们的努力也仅仅在进行多种对比分析之前更重视和加强了物理基础的分析, 希望上述结果能有益于森林与气候关系的深入研究。

### 参 考 文 献

- (1) Anthes, R.A., Enhancement of convective precipitation by mesoscale variations in vegetative covering in semiarid regions, J. Clim. Appl. Meteor., 23, 511-554, 1984.
- (2) 傅抱璞, 人类活动对大气降水影响的估算, 全国气候变化学术讨论会文集, 北京科学出版社, 1981, 143-151.
- (3) 罗哲贤, 植被覆盖度对干旱气候影响的数值试验, 地理研究, 1985, 4(2): 1-8.
- (4) 黑龙江省气象局·三江平原开荒后的气候变化, 气象, 1980, (3): 1-2.

## THE IMPACT OF CONVECTIVE RAINFALL ON PARTIAL AREA BY THE DESTROY OF FOREST REGIONS OF ZIWULING

Ren Jin

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology)

**Subject terms:** Ziwuling Region, The forest region, Convective precipitation  
Rain Shower

### Abstract

In view of the fact that the large forest regions on the Ziwuling have disappeared, the author makes statistics and analysis of July convective rain from the Taibai station in forest region and the ten meteorological stations nearby the Ziwuling.

The results show: 1) After the forest region was destroyed, there was a marked decrease in the convective rainfall in northeast and southeast of this area. 2) The significance test of the average of convective rainfall shows that forest regions destroyed can only bring up a few of the regions of the total differences of convective rainfall. These regions are Xunyi and Tongguan in southeast of Ziwuling. 3) Now the variabilities of convective rainfall enlarge more obviously than that before the forest region was destroyed.