

哀牢山过山气流的气候效应

张克映 马友鑫 李佑荣 刘玉洪

(中国科学院昆明生态研究所)

提 要: 本文研讨哀牢山脉北段西南季风与东北季风的过山气候效应。

主题词: 过山气流 气候效应 哀牢山

哀牢山脉斜贯云南中部(NNW—SSE)500余km,山脊一般在2000m以上且连绵完整无大缺口。这里的过山气流以夏半年(5—10月)的湿热西南季风(雨季)和冬半年的干暖西南季风(干季)为主。但时有干冷东北季风入侵。这两类季风来向与哀牢山脉走向几呈垂直相交。本文应用哀牢山脉北段东西坡不同海拔高度¹⁾的实测气候资料,分析过山气流的气候效应。

一、西南季风过山的气候效应

这里西南季风主要指雨季印度洋湿热西南季风,和干季印缅低槽出现时槽前引导的孟加拉湾暖湿西南季风。这种海洋气流过山在背风坡下吹常出现一种稳定的山地气候特征——焚风(干热)效应。

1. 焚风效应 湿热(暖)季风过山在迎风西坡爬升降温(按 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$),凝云致雨是其在背风东坡下沉升温(按 $1.0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)形成山地焚风的必要条件。但在湿润区山顶云雨层在原有动力抬升基础上加上热力(降水释热)抬升可使云雨层越过山顶而在背风坡上部形成雨日反多的现象,如表1中雨季2100m以上即是。至于干季东坡上部的雨日反比西坡增加则多为东北干冷季风入侵所致。

表 1. 东西坡雨日差异

Defference of rainy days between east and west slopes

海拔高度(米)	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
干季(11—4月)	-10	-4	-1	0 0	+10	+12	+6	+2
雨季(5—10月)	-38	-34	-26	-18	-10	+3	+7	+4
全 年	-48	-38	-27	-18	0	+14	+13	+6

正号(+)——东坡增加,负号(-)——东坡减少,下同。

本文1991年10月26日收到,1992年4月20日收到修改稿。

1) $24^{\circ}23' - 34' \text{N}$, $100^{\circ}41' - 101^{\circ}15' \text{E}$, 东坡(5), (27), (74)和(133)m, 西坡(133), (143), (133)和(245)m。

2. 地形雨类型与焚风效应 据59次地形雨过程统计(表2)表明:平均而言东坡增温 $+0.7^{\circ}\text{C}$,降温6%和 0.5hPa ,总降水减少 235mm ,最大值多出现在山麓坡下地带(1300—1500m)。其中1)A型地形雨的焚风效应($+0.9^{\circ}\text{C}$, -8%和 -0.7hPa)是B型($+0.4^{\circ}\text{C}$, -3%和 0.2hPa)的2—3倍以上;2)增温效应雨季($+0.8^{\circ}\text{C}$)比干季($+0.6^{\circ}\text{C}$)明显,而降湿效应则是干季(-8%, -1.0hPa)比雨季(-6%, -0.3hPa)显著;3)温度增加和水湿减少的最大值出现高度并非同步:增温最大高度雨季与B型地形雨(1700—1900m),干季与A型地形雨(1300m)相当;而减湿最大高度各有分异;但降水减少最大高度稳定在1500m左右。

表 2. 地形雨与焚风效应

Types of orographic rain and Föhn effect on east slope.

项 目		要素	总降水(mm)	气温(°C)	湿度 (%)	水汽压 (hPa)
类 型	A) 西坡降水东坡无雨或少雨 (37次)	a	- 77	+ 0.9	- 8	- 0.7
		b	- 95 (1 500m)	+ 1.3 (1 300m)	- 12 (1 700 - 1 900m)	- 0.9 (1 700 - 1 900m)
	B) 西坡多雨东坡少雨 (22次)	a	- 158	+ 0.4	- 3	- 0.2
		b	- 248 (1 500m)	+ 0.6 (1 700 - 1 900m)	- 5 (1 500 - 1 700m)	- 0.6 (1 300 - 1 500m)
季 节	干季 (11—4月)	a	- 12	+ 0.6	- 8	- 1.0
		b	- 20 (1 500m)	+ 0.9 (1 300m)	- 10 (1 500m)	- 1.6 (1 300m)
	雨季 (5—10月)	a	- 212	+ 0.8	- 6	- 0.3
		b	- 368 (1 500m)	+ 1.1 (1 700 - 1 900m)	- 9 (1 500 - 1 700m)	- 0.7 (1 500m)
59次地形雨平均		a	- 235	+ 0.7	- 6	- 0.5
		b	- 343 (1 500m)	+ 1.0 (1 300 - 1 500m)	- 9 (1 700m)	- 0.7 (1 500m)

表中a项为坡面平均值, b项为坡面最大值(出现高度);正号(+)为东坡比西坡(同海拔)增加,负号(-)为减少,下同。

二、干冷东北季风过山的气候效应

本区时有干冷季风入侵,当它上爬至滇东高原向滇西滇南行进中首先为哀牢山脉所阻滞屏障,在山前形成地形静止锋。在经历一段堆积过程后当其厚度超过山体时则由隘道口翻山下吹,干冷效应显著。

(一) 入侵次数

以逐日最高最低和日平均气温同时下降而气压升高，并且山地至少有一站以上48小时日均降温量 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ 者作为一次冷平流入侵过程。据此统计表明：1）根据6年（1982—1987年）西坡资料，年平均9.3次，其中秋季最多（3.2次）夏季最少（1.8），冬季居中（2.2次）；最多年（13次）为最少年（5次）的2.6倍。2）根据两年东西坡用期资料对比较，因山体屏障年均次数西坡（13次）比东坡（16.5次）减少1/5，其中冬春减小（2/5—1/8）比夏秋季（1/8—1/10）更为明显。3）分析表明，东西坡频率变化比较一致，秋季（34%）为高频期，冬季（23.5%）为中频期，夏季为低频期（19%），尤期在夏季风控制盛期仅占32%。

（二）降温特征

1. 个例：1986年3月强寒潮（倒春寒）出现全省性的降温降雪和重霜冻的罕见灾害天气过程。由图1可以看出，入侵前2月26日东坡温度高于西坡，27—28日受扰动两坡温度相当，3月1日冷空气过山东坡温度低于西坡，直至8—9日冷空气变性消失。

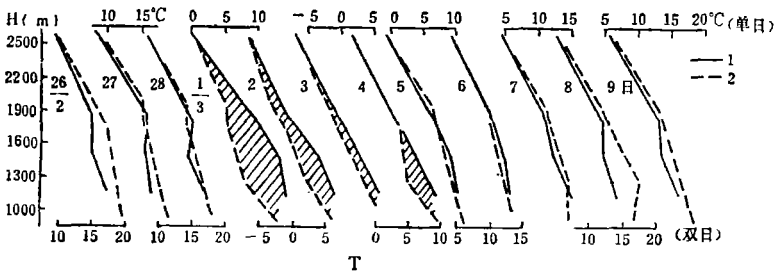


图 1. 强冷空气入侵时气温 (T) 随海拔高度 (H) 的分布 1—东坡, 2—西坡
Distribution of air temperature (T) with height (H) on east (---) and west slopes (—) when strong cold current enters

2. 最大降温量及其高度：由48小时冷平流降温量随高度分布曲线求取最大降温量与最大降温高度（表3）表明：1）最大降温高度季节变化明显：东坡由春夏1200—1500m至秋

表 3. 山地最大降温高度与其降温量

Height of maximum decreasing temperature and its quantity.

		春季 (3—5月)	夏季 (6—8月)	秋季 (9—11月)	冬季 (12—2月)	年	干季 (11—4月)	雨季 (5—10月)
最大降温高度 (100m)	W	19—21	18—20	20—22	19—21	19—21	19—21	19—21
	E	13—15	12—14	20—22	19—21	19—21	18—20	12—14
	Δ	6	6	0	0	0	1	7
最大降温量 ($^{\circ}\text{C}$)	E	5.0	5.9	4.5	7.5	5.7	6.5	4.4
	W	3.4	3.9	3.8	4.9	4.2	4.5	3.3
	Δ	1.6	2.0	0.7	2.6	1.5	2.0	1.1

F—东坡, W—西坡, Δ—差值

冬随冷平流增强抬升至1 900—2 200m。而西坡少变,与逆温层顶的暖带高度一致; 2) 最大降温量均是迎风东坡大于背风西坡, 其差值除秋季或雨季(0.7—1.1℃)较小外一般为2℃左右。据调查,山地春粮作物低产带与山地最大降温高度带一致,因“倒春寒”常现于春季油粮作物扬花孕穗关键期。可见山地最大降温高度对作物布局具有重要意义。

(三) 准焚风效应

19次冷气流过山的东西坡气候差异(表4)表明: 1) 背风西坡与迎风东坡相比具有类似焚风效应—光温增加日照增加0.4—1.9小时, 每天日平均温度增高0.4—0.8℃, 降水减少40—200mm, 所不同处仅在于温度增加1—3%。干冷空气过山后的光温湿的增加(谷地较显著)反映了它的变性特征; 2) 在西坡中上部(1 900—2 100m或2300m光温湿增加和降水减少较为明显是因为这里正是地形冷锋在东坡的滞留高度所在。

表 4. 冷空气过山时背风西坡与迎风东坡的气候差值

Climatic difference between leeward west slope and windward east slope when cold current over the ridges.

高度 (m)	1 100	1 300	1 500	1 700	1 900	2 100	2 300	2 500	平均
总降水 (mm)	- 200	- 130	- 100	- 120	- 150	- 120	- 80	- 40	- 118
湿度 (%)	0	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 5	+ 1	0	+ 1.4
日均温 (℃)	+ 0.7	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.5	+ 0.6
日照 (小时/天)	+ 1.9	+ 1.1	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.8	+ 1.2	+ 0.7	+ 0.9

(四) 山地对温度的屏护效应

试以干冷季风过山期间, 山地背风西坡与迎风东坡的日平均温差 (Δt) 为屏护效应指标。

1. 对背风坡地的屏护效应 图2表明各季屏护效应(ΔT)均由山顶向山麓谷地增大, 其最大值冬季(4.1℃) > 夏季(3.4℃) > 春季(2.5℃) > 秋季(1.1℃)。其最大值高度夏季在谷地(1 100m), 其它各季在山麓1 300—1 500m。

按冷平流入侵强度统计表明, 中等冷平流入侵时山地屏护效应(平均3.1℃, 最大5.0℃)比强冷平流(平均2.4℃, 最大4.8℃)和弱冷平流(平均2.2℃, 最大4.1℃)更为显著;

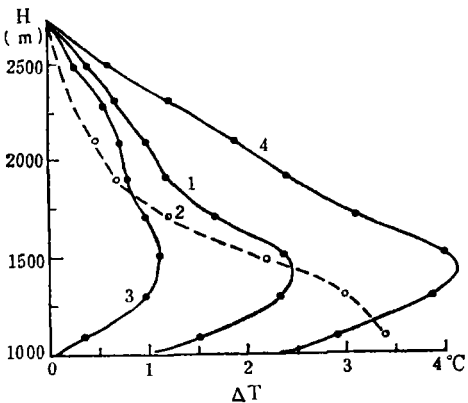


图 2. 哀牢山对西坡屏护效应 (ΔT) 随高度 (H) 的变化

1. 春季 2. 夏季 3. 秋季 4. 冬季
Effects of increasing temperature (ΔT) of Ailao Mountain on west slope when cold current encroches

1—Spring, 2—Summer, 3—autumn, 4—Winter

且最大屏护效应出现的高度, 前者 (1700m) 比后者 (均在1300m) 偏高。

2. 对山地西侧盆、谷地的屏护效应 1982年底和1983年3月两次强寒潮入侵, 其过程最低日平均气温在哀牢山脉东西坡随海拔高度(盆各地)分布(图3)表明: 1) 前者在1200m以上哀牢山脉西侧比东部提高2—3℃, 1200m以下西部增温更多是由于冷空气沿红河—元江各地南下, 江城、勐腊等地少受波及所致; 2) 后者属强倒春寒灾害天气, 最低日平均气温多降至作物活动温度10℃以下。在1000—1800m的哀牢山脉西侧最低日平均气温比东部提高1—2℃, 霜冻灾害减轻。

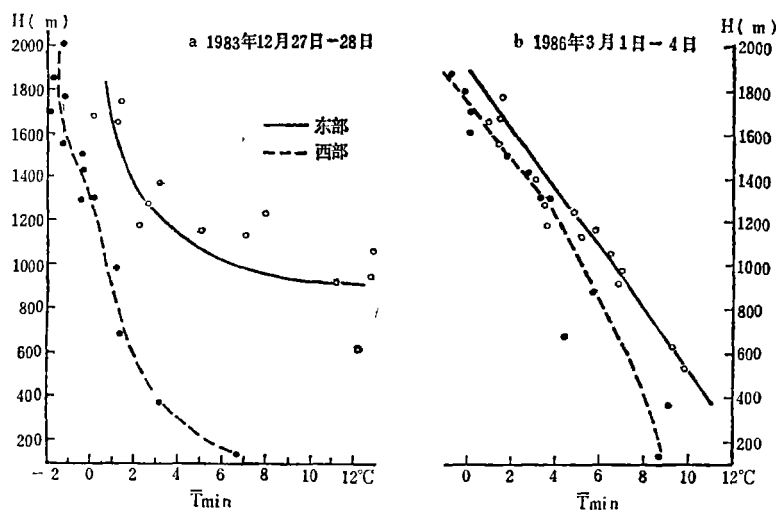


图 3. 两次寒潮入侵过程时, 哀牢山脉东部与西部各站出现的最低日平均气温 (T_{min}) 随海拔高度 (H) 的分布

Distribution of minimum mean daily temperature (T_{min}) with height (H) on east part (2) and west part (1) in Ailao mountains when strong cold wave encroches.

就哀牢山脉东西部纬度和海拔相近的台站¹⁾的多年最冷月平均气温和极站最低气温(西部比东部分别提高2.5—3.4℃和3.3—7.5℃)亦具有类似特征。由此可见哀牢山脉是形成云南“西部偏暖东部寒”的越冬气候分界线。

1) 镇源—广南, 普洱—马关, 临沧—邱北

ON CLIMATIC EFFECTS OF AIRSTREAMS OVER THE AILAO MOUNTAINS

Zhang Keying, Ma Youxi, Li Yourong, Liu Yuhong

(Kunming Institute of Ecology, Academia Sinica)

Subject terms: Ailao mountains, Airstreams over ridges, Climatic effects

Abstract

This paper mainly discusses the climatic effects of SW monsoon and NE cold monsoon over ridges in the northern part of Ailao mountains, Yunnan province, according to the data of eight meteorological stations on east and west slopes.

山东南四湖蒸发试验站成果鉴定会

中国科学院、国家计划委员会地理研究所和山东省水利厅于1992年4月18日~19日在山东省微山县共同主持召开了《山东南四湖蒸发实验站成果》鉴定会。该项目由中国科学院、国家计划委员会地理研究所水文研究室和山东省水文总站共同合作完成的。

会议听取了南四湖蒸发实验站十年工作总结报告、水面蒸发实验研究报告；还进行了实验站现场考察鉴定。与会专家、教授经过认真讨论和评审后一致认为：

1. 该站选址能较好代表南四湖的蒸发环境。实验站实验设备布置及蒸发器选型合理、制作与安装质量优良。所有观测项目严格执行观测规范，在蒸发量测定首次采用连通管观测，较好地解决了风浪对观测读数所造成的误差问题，观测精度高，实验资料齐全，翔实可靠。在规模上该站为目前国内蒸发测器最多的水面蒸发实验站。

2. 该站通过近十年来的工作，已完成了1978年提出的南水北调规划阶段所规定的水面蒸发研究任务，达到预期的目的。所取得的成果对进一步开展南水北调东线工程的水文水利计算以及湖泊水量平衡、湖区综合开发、黄淮海平原综合开发治理等方面都具有较大的应用价值。

3. 在理论上对水面蒸发进行较深入的研究，并结合实验，发展了水面蒸发计算模式，其中相似理论模式为国内首次提出应用。通过不同实验水体蒸发研究，建立任意尺度蒸发经验模式；并提出，就年平均蒸发率而言，20m²蒸发池蒸发量接近南四湖水面蒸发量的科学结论。

总之，该站在发展我国蒸发理论和应用方面取得一定进展，实验设计与计算模式等均有所创新，在水面蒸发的器测法研究方面达到国际先进水平。

• 洪嘉璈 •