

文章编号: 1008-2786-(2007)2-169-08

纵向岭谷区“通道 - 阻隔”作用下气温和降雨的空间分布特征

何云玲^{1, 2, 3}, 张一平^{1*}

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;
3. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要: 通过对纵向岭谷区 1960~2000 年气象数据资料的统计分析, 探讨了纵向岭谷对气温和降雨量的通道阻隔作用。结果表明: 纵向岭谷区准南北走向的山岭对西南气流具有较强的阻隔效应, 导致西侧区域出现大面积的多雨区域(年降雨量在 1 500~2 000 mm 左右); 纵向岭谷区的河谷地带呈现显著的通道效应, 表现在南、中部, 河谷区域从南向北, 呈现暖舌和湿舌分布; 而在北部, 河谷区域从北向南出现冷舌和少雨区域; 因此纵向河谷的通道效应在热力作用上表现为, 南部有利于暖空气向北输送, 而北部有利于冷空气向南输送; 在水湿效应上, 南部同样呈现水汽输送通道作用, 有利于水汽向北输送; 但在北部则由于高大山脉背风坡的雨影或焚风效应, 导致河谷区域降雨呈现减少趋势。另外, 纵向岭谷对于降雨量分布格局变化的作用较强于气温; 雨季, 纵向岭谷山间河谷对水汽的“通道”效应明显, 造成的年降雨量差值可 >200 mm; 干季, 纵向岭谷对冷空气的屏障“阻隔”效应明显, 引起的气温差值最大可达 3°C; 年平均而言, 纵向岭谷对年降雨的“阻隔”作用最为显著, 年降雨量差值可 >1 000 mm。

关键词: 纵向岭谷; 通道 - 阻隔效应; 气温; 降雨; 空间分布

中图分类号: P942

文献标识码: A

中国的山脉走向, 一般分为三类: 东西走向的天山、阴山、昆仑山、秦岭等; 东北西南走向的大兴安岭、长白山、太行山等; 唯独准南北走向的横断山脉, 深藏在青藏高原东南部和云南西部^[1]。本文中的纵向岭谷区 (Longitudinal Range - Gorge Region: LR-GR) 是指位于我国西南、与青藏高原隆升直接相关联的横断山及毗邻的南北走向山系河谷区^[2,3]。区内自西向东依次排列着大体南北走向的怒江、澜沧江、金沙江等几条深切的河谷, 这些河谷成为南来湿润气流北上的通道; 江河之间又高耸着高黎贡山、怒山等, 这些山体屏障了东西两方面水汽的进入; 因此在通道 - 阻隔作用的影响下, 形成了该区域独特的气候特征。在全球范围内, 北美洲的内华达山、落基

山等, 山势类横断, 位置却偏北, 地处中纬度地区; 低纬度的墨西哥, 地势南高北低, 同中国西南纵向岭谷区相反, 又无季风; 因此纵向岭谷地区山地气候, 在全球气候林中, 也能以奇特占一席之地^[1]。关于特殊地形对气温、降水、风等气象因子的影响, 迄今为止国内外已开展了诸多研究^[4~9], 横断山脉对云南降水的影响, 早在过去就引起人们的关注^[10, 11], 但是对于纵向岭谷区通道 - 阻隔作用的研究却不多见。本文根据纵向岭谷区多个气象站长期气候资料, 讨论了纵向岭谷通道 - 阻隔作用下对气温和降雨空间分布的影响, 并就此影响的机制问题进行了初步探讨。目的是为进行相应的生态效应问题、综合自然区划等研究提供气候条件方面的依据。

收稿日期 (Received date): 2006-09-05; 改回日期 (Accepted): 2006-12-31

基金项目 (Foundation item): 国家重点基础研究发展计划 (973 项目) (2003CB415101), 云南省自然科学基金重点项目 (2003C0002Z) 资助。[

Supported by the National Key Project for Basic Research on Ecosystem Changes in Longitudinal Range-Gorge Region and Transboundary Eco-security of Southwest China (2003CB415101), the Natural Science Foundation of Yunnan Province (2003C0002Z).]

作者简介 (Biography): 何云玲 (1978-), 女, 汉族, 云南人, 博士, 主要研究领域: 生态气候。E-mail: hyl610@126.com [He Yunling (1978-), female, the Han nationality. Mostly field: ecological climatology.]

* 通讯联系人 (Corresponding author): 张一平 [Zhang Yiping], Email: yipingzh@xtbg.ac.cn; Tel: 0871-5160904

1 区域自然地理状况

纵向岭谷区是云南主要山脉的策源地,山地面积占土地总面积的84%以上^[12]。从西向东依次是高黎贡山、怒江、怒山、澜沧江、云岭、金沙江。地势从西北向东南倾斜,地势险峻,江河顺着地势,成扇形分别向东、向东南、向南流去。该区高山深谷相间,相对高度较大,海拔从76.4 m到6740 m,北部一般在3000~4000 m,是典型的高山-峡谷地貌,高山与峡谷相间,地形起伏大,河流流域狭窄;中部一般在1500~2200 m,为中山宽谷区,地形较为破碎;西南部边境地区,地势渐趋和缓,河谷开阔,海拔在800~1000 m,个别地区下降至500 m以下,一般为中低山-盆地地貌景观,一些小盆地散布在山间,河谷的发育和水系展布总的仍受横断山脉南部的“帚形山系”控制。总的说来,纵向岭谷区整个地域跨高原、山地与河谷地区,雄奇的纵向山系、大河,构成了全球独特的山川骈列,高山峡谷相间的主体地貌,成为反映地球演化重大事件的关键区域,也是引起区域内部自然景观分异的主要原因。

气候上有热带、亚热带、温带等,几乎包含了全国主要的气候类型,气温、降水梯度变化很大;深受印度洋西南季风和西风环流季节交替的影响,雨季占年雨量80%以上的降雨同夏季高温相结合。多样化的气候和复杂的地理环境,形成了全球生物多样性最丰富的地区之一和世界级的基因库,成为生物多样性保护的关键地区;而准南北走向的河谷和特殊的气候环境,构成了亚洲大陆生物物种南来北往的主要通道和避难所;拥有北半球的绝大多数生物群落类型和除沙漠与海洋外的各类生态系统;受到国内外地学界和生物学界等的广泛关注。

2 资料及其处理方法

所用资料为纵向岭谷区范围内的97个国家气象站1960~2000年气象数据^[1]。求出各站多年平均值,并获取各个站点的经纬度坐标;在Microsoft Excel中,输入各个站点的坐标和对应的气象要素数据,利用Surfer 8.0中的Kriging空间插值法将所有台站年平均气温和降雨量进行内插,分别生成多年平均的等值线空间分布图,然后存为Shape格式

的线状(Polyline)文件;借助ArcGIS 9.0,将气象要素等值线的线状文件转为多边形(Polygon)文件,每个多边形的属性取其两侧等值线的平均值,该属性值即为多边形覆盖区域的数据值,并用纵向岭谷区边界提取绘制出纵向岭谷区气温、降雨的空间分布图。并沿纵向岭谷最西侧(98.50°~99.50°E之间)、澜沧江河谷(99.00°~101.50°E之间)及纵向岭谷东侧(100.00°~104.00°E之间)作了三个南北向剖面,沿纵向岭谷北部(25.30°~26.00°N之间)、中部(24.30°~25.00°N之间)和南部(23.30°~24.00°N之间)作了三个东西向剖面。再加之选择典型站点气象要素的比较,分析纵向岭谷的通道-阻隔效应及其形成原因。因为纵向岭谷区冬季受干暖季风环流控制,天气晴朗干燥;夏季受湿热季风环流控制,云雨较多,一年中降水变化显著,干湿分明,因此统计中分为雨季(5~10月)、干季(11~4月)和年来进行。

3 结果与分析

3.1 多年平均气温和降雨量的空间分布特征

图1是纵向岭谷区年平均气温的空间分布变化特征图。由于本地区地势南北高差悬殊,气温变化也尤为明显,南部区域部分地区属于热带,年均温20以上,最冷月在15左右;大部分属于亚热带的热量水平,年均温11~19,最冷月平均气温5~12;北部的中甸、德钦以北地区属于青藏高原东南缘的高寒地区,年均温在5以下,最冷月在0以下。在纵向岭谷区8个纬度的范围内,年平均气温相差了17.0,南北向气温梯度达2.4/纬度,远大于我国东部同纬距范围内的气温梯度。此外,特殊的地势地貌,使气温的空间分布更大程度上反映了地势结构和海拔的影响,等温线随地势结构偏离纬向的分布,向东南倾斜;北部高山区的等温线南伸,低值中心位于中部区域,东西两侧气温较高,显示出高耸的北部山地是纵向岭谷的低温中心;南部河谷地区则等温线北伸,高值中心位于中部区域,东西两侧气温较低,显示出西南暖湿气流在从南向北推移过程中,河谷地带呈现显著的热力通道效应;

25°N附近气温空间变化最小,在位于大理、楚雄北部、保山东北部一带气温等值线趋近缓和。说明对气温而言,纵向岭谷西南部主要表现为暖空气的通

¹⁾云南省气象局档案室.云南省地面气象资料,2002.

道效应,西北部则主要是冷空气的通道效应。

纵向岭谷区年降雨量的空间分布变化特征如图2所示。由于纵向岭谷区濒临西南季风和东南季风两方面的湿润水汽,地势总趋势北高南低,河谷向南敞开,水汽溯谷伸进,沿坡上升,容易凝结致雨,特殊的地理位置,使这里成为亚湿润地域,大部分地点的

年降雨量在750~1550 mm。但是降雨量在地域上的分配差异甚大,区内自西向东依次排列的准南北走向高耸的山体,屏障了东西两方面水汽的进入,因此降雨量呈现东西多而中间少的趋势;而山体间深切的河谷成为南来湿润气流北上的通道,随着由西北向东南倾斜的地势总趋势,西南季风和东南季风

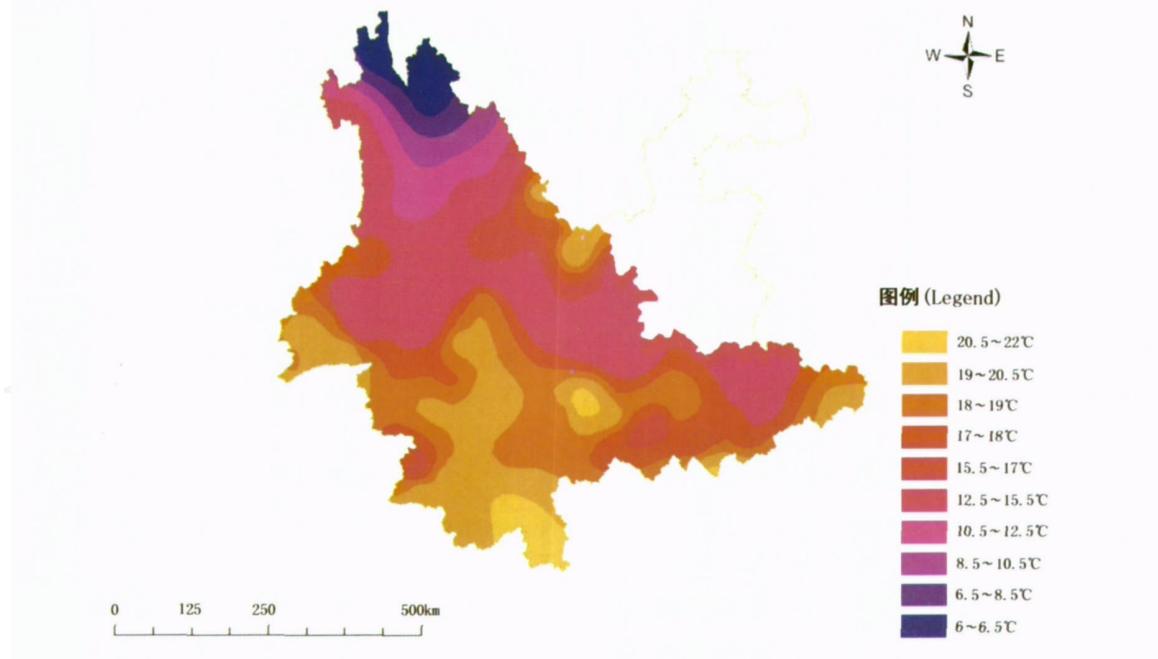


图1 平均气温分布

Fig. 1 Distribution of average air temperature in LRGR

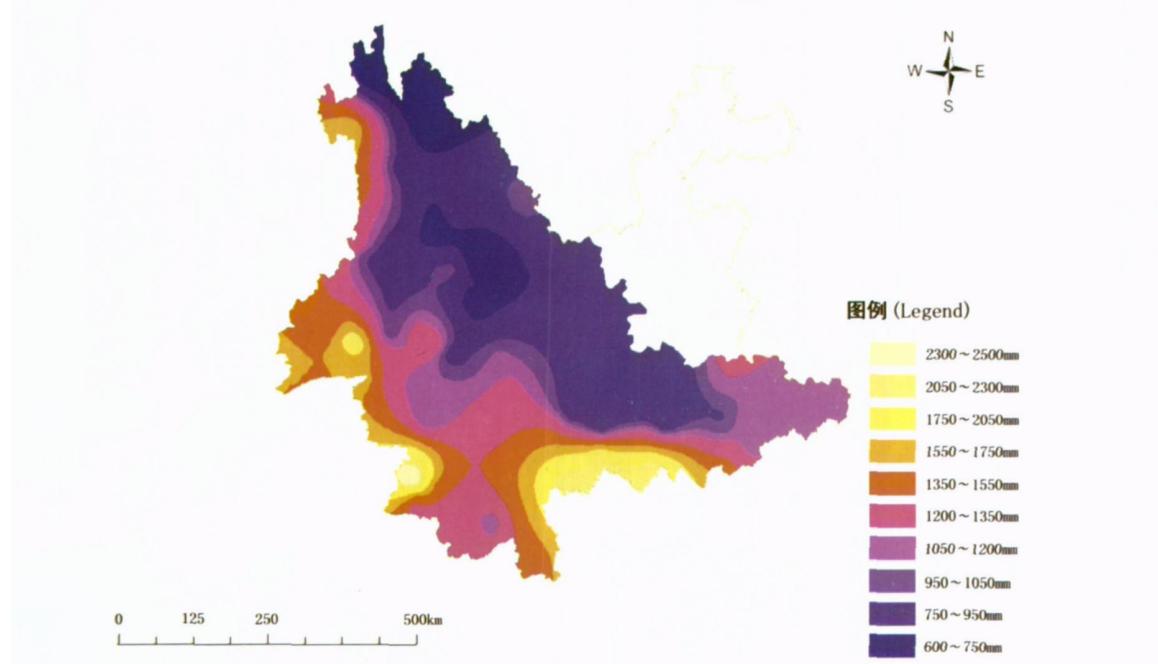


图2 降雨量分布

Fig. 2 Distribution of precipitation in LRGR

影响均由南向北减弱,降水循同一方向递减,南部地区降雨在1 000~1 500 mm,甚至有的站点超过1 500 mm,中部地区年降雨在900~1 300 mm,北部地区年降雨量低于1 000 mm。反映在空间分布图上则是西部、西南部降雨量等值线分别向东、向北延伸。说明对降雨量而言,准南北向的纵向山岭对降水有明显的阻隔效应,导致西部降雨较多;而河谷具有水汽通道效应,特别在南部效应明显,形成了纵向岭谷区南部较高的降雨区域。

通过以上分析,可见纵向岭谷对气温和降雨均呈现明显的通道-阻隔效应:对于热力效应来说,在纵向岭谷南部有利于暖空气向北输送,而北部有利于冷空气向南输送;对降雨来说,在南部同样呈现水汽输送通道作用,有利于水汽向北输送,但在北部则由于高大山脉背风坡的雨影或焚风效应,导致对降雨呈现减少效应。另外,气温和降雨量的高值区分布在与西南气流近于垂直交汇的纵向岭谷区的西部和西南边缘地带,显示了南北走向山脉阻隔作用显著,越向中部地区效应趋于减弱趋势。

3.2 不同剖面上平均气温和降雨量的比较

图3是分别沿纵向岭谷最西侧(West)、澜沧江河谷(Center)及纵向岭谷东侧(East)三个南北向剖面,以及沿纵向岭谷北部(North)、中部(Center)和南部(South)三个东西向剖面的气温特征,显示了其热力效应的分布。可见,纵向岭谷区的平均气温总的来说均是随着纬度升高从南往北逐渐降低,随着经度增加自西向东逐渐降低,在干季、雨季和年的表

现比较一致;但是各剖面气温随纬度升高从南往北,和随着经度增加自西向东的变化存在很大差异。

首先,随纬度升高,在纵向岭谷低纬度南部区域,澜沧江河谷(Center)气温高于纵向岭谷东西两侧;北纬25附近,西侧、澜沧江河谷和东侧气温趋近相等;而到了高纬度北部区域则反之,澜沧江河谷(Center)气温低于东西两侧。可见与上述分析一致,纵向岭谷河谷地带在南部主要表现为暖空气由南向北的通道效应,北部则主要是冷空气由南向北的通道效应,越向中部地区这两种热力通道效应均有减弱趋势。

其次,随经度增加,南部地区的气温始终最高,中部地区次之,北部地区最小,而且无论南部、中部和北部地区均呈现纵向岭谷的西部气温较高;即气温的高值区分布在纵向岭谷区的西部和西南边缘地带,显示了西南暖湿气流在从南向北推移过程中,南北走向山脉阻隔作用显著。

图4则分别是以上三个南北向剖面和三个东西向剖面的降雨效应特征。可见,虽然降雨量总体变化呈现随着纬度升高从南往北降低,随着经度增加自西向东先减少后增加的趋势;但是无论从南往北或自西向东,不同剖面间降雨量变化的相互差异明显大于平均气温,而且在干季、雨季和年的表现完全不一致。

首先,对于三个南北向剖面来说,随纬度升高,澜沧江河谷(Center)在低纬度南部边缘地区降雨量高于纵向岭谷东西两侧;而到了中、高纬度的中部、

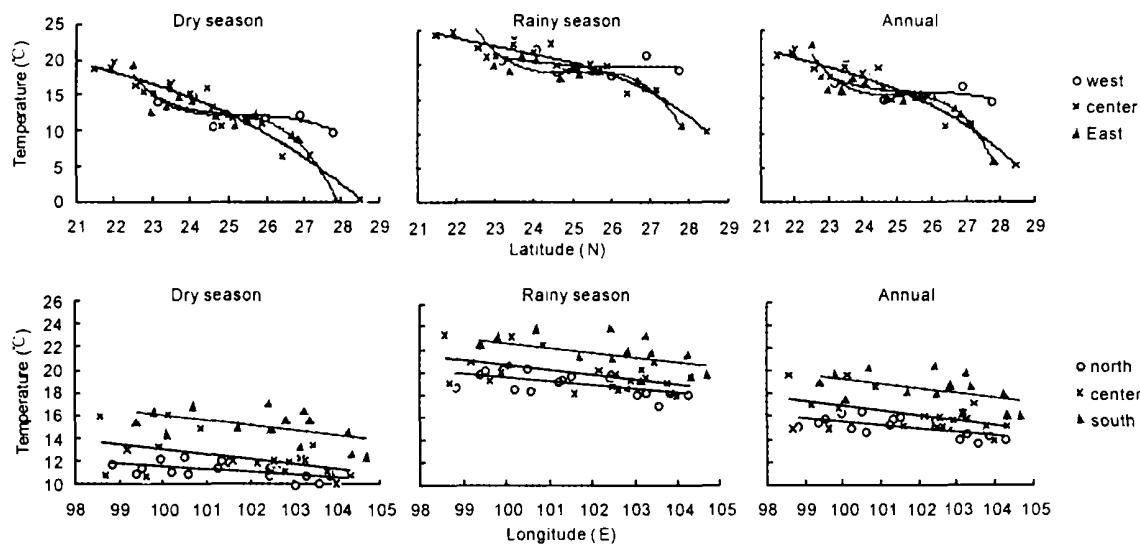


图3 不同剖面上平均气温的比较

Fig 3 Comparison of air temperature in different regions in LRGR

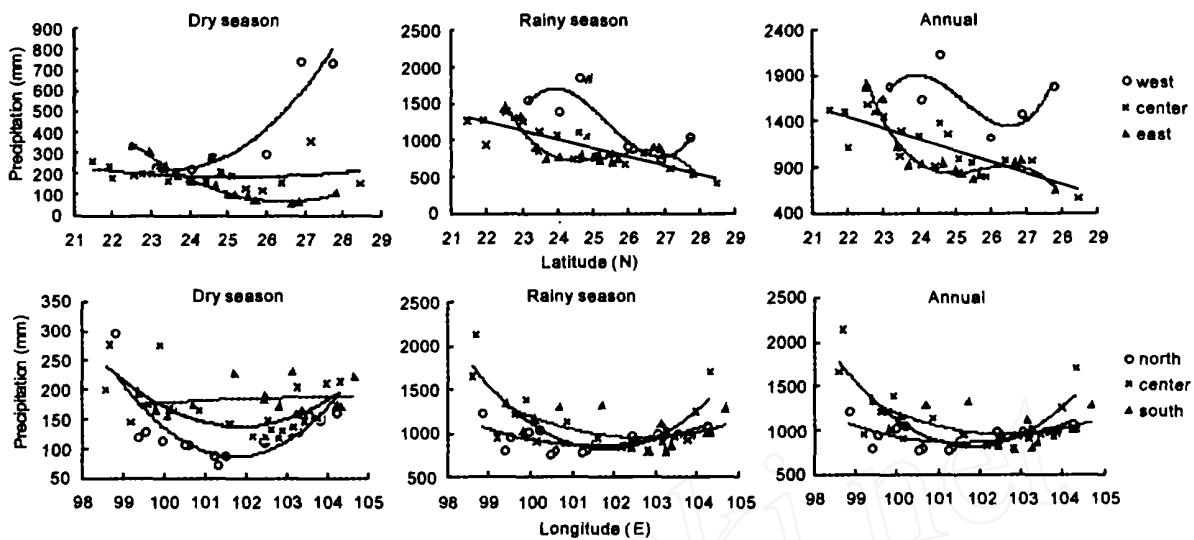


图4 不同剖面上降雨量的比较

Fig. 4 Comparison of precipitation in different regions in LRGR

北部地区则纵向岭谷西侧降雨量最高;可见纵向岭谷的河谷地带在南部边缘地带主要表现为由南往北的水汽通道效应,越向中部这种通道效应减弱;而在纵向岭谷的中部,越往北部地区则准南北走向的山脉主要表现为水汽的阻隔效应。对季节来说,干季,澜沧江河谷由南往北的水汽通道效应不明显,体现在从南往北随纬度升高降雨量的变化不大;但是纵向岭谷西侧的水汽阻隔效应比较显著,表现为随纬度升高其降雨量的变化较大。雨季和年,纵向岭谷的水汽通道-阻隔效应均比较显著。

其次,对于三个东西向剖面而言,随经度增加,南部地区的降雨量最高,中部地区次之,北部地区最低,而且无论南部、中部和北部地区降雨量均呈现东西多而中间少的趋势,即降雨量的高值区也分布在纵向岭谷区的西部和西南边缘地带,显示了纵向岭谷区内自西向东依次排列的准南北走向高耸的山体

屏障了西南季风和东南季风两方面水汽的进入,阻隔作用显著。对季节来说,干季,北部地区水汽阻隔效应比较显著,表现为降雨量随着经度增加自西向东先减少后增加的变化趋势最为明显,南部地区则反映不明显。雨季和年纵向岭谷的水汽阻隔效应在几个区域均表现一致。

3.3 不同地区气温和降雨量的比较

对气温来说,在纵向岭谷区中、南部,哀牢山的东西两侧气温差异很明显,在纬度和海拔相当的条件下,西侧的年平均气温、最冷月平均气温和10月的积温都高于东侧(表1),尤其以最冷月平均气温的差异表现得最为突出,差值可达3.0以上;上述现象的形成主要是由于纵向岭谷准南北向山地显著的阻挡作用:哀牢山对东北来的冷空气有明显的阻滞作用,使其东、西两侧受冷空气影响程度不同所致。

表1 哀牢山以东和以西地区几个站点的气温比较()

Table 1 Comparison of air temperature () in different weather stations in LRGR

以西	纬度(°)	海拔(m)	年均温	最冷月均温	10月积温	以东	纬度(°)	海拔(m)	年均温	最冷月均温	10月积温
大理	25.70	1990.5	14.9	8.2	4661.4	曲靖	25.50	1906.2	14.8	7.8	4287.3
大理	25.70	1990.5	14.9	8.2	4661.4	曲靖	25.50	1906.2	14.8	7.8	4287.3
永平	25.47	1616.4	15.8	7.9	5091.5	禄劝	25.58	1669.4	15.6	7.8	4848.4
施甸	24.73	1468.2	17.0	9.6	5798.6	宜良	24.92	1532.1	16.3	8.5	5204.5
凤庆	24.60	1587.8	16.7	10.4	5594.1	易门	24.67	1575.4	16.0	8.3	5072.1
镇源	24.00	1085.9	18.7	11.9	6651.4	广南	24.07	1249.6	16.7	8.6	5146.9
临沧	23.88	1502.4	17.5	11.2	6080.7	邱北	24.05	1451.5	16.4	8.8	5031.5
墨江	23.43	1281.9	18.2	12.0	6302.6	文山	23.38	1271.6	18.0	11.1	5779.7
普洱	23.03	1320.0	18.3	12.3	6572.6	马关	23.03	1332.9	17.0	10.2	5316.6

表 2 纵向岭谷区几个站点的降雨量比较 (mm)

Table 2 Comparison of precipitation (mm) in different weather stations in LRGR

站名	经度 (°)	纬度 (°)	海拔 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
碧江	98.92	26.52	1 927.8	34.1	92.2	152.3	139.5	82.0	146.7	145.3	138.1	86.9	97.2	36.1	19.2	1 169.6
兰坪	99.42	26.42	2 344.9	9.3	21.8	52.8	38.8	48.2	145.8	205.7	188.3	148.8	81.6	22.9	9.5	973.6
剑川	99.92	26.53	2 191.1	3.9	8.2	19.5	18.5	38.4	111.9	175.3	155.5	122.0	65.8	19.6	5.4	744.0
鹤庆	100.18	26.58	2 197.2	2.8	3.4	9.7	12.9	42.5	152.3	254.9	232.8	164.9	70.2	16.2	3.8	966.4

对降雨而言,首先,在纵向岭谷区北部的碧江、兰坪、剑川 3个站点,纬度相近,经度彼此相差半度左右(表 2)。因碧江、兰坪之间有怒山、雪盘山相隔,碧罗山主峰高 4 141 m,兰坪、剑川间又有云岭、清水朗山相间,老君山主峰高 4 247 m,所以 3地的降雨量有明显的差异:碧江由于处于纵向岭谷最西侧,受南支槽等天气系统影响,一年有 2 个雨季,即 2~5月的第一雨季和 6~10月的第二雨季。第一雨季是南支槽作用的结果,因势力较弱,难以翻越怒山、雪盘山,雨区出现在西侧,而在兰坪、剑川反映不明显^[1],导致碧江 2~5月各月降雨量均大于其东侧的兰坪和剑川(差值为 1.7~11.2 mm/月),显示出纵向山岭的水汽阻隔作用。第二雨季系由西南季风系统形成,势力较强,导致 3 站均受影响;但是由于西南季风在从西南向东北推移过程中,准南北向的怒江、澜沧江等山间河谷正好是水汽的通道,所以中间的兰坪站,7~9月各月降雨量均比其东、西侧的两站多(差值为 26.8~61.9 mm/月),显示出纵向河谷的水汽通道效应。同样,剑川和鹤庆 2 站几乎处于同一纬度同一海拔,经度彼此相差不到半度,但因之间有雪山、玉龙山向南延伸的余脉相隔;虽然在雨季 2 站都受季风影响,但是西南季风在从西南向东北推移过程中,处于横断山间河谷地区的鹤庆正好处于水汽通道,使得鹤庆 5~8月雨量明显均比剑川大(7月降雨量两站点差值达 79.6 mm),导致两站年降雨量相差达 222.4 mm。

再以彼此纬度位置相近、海拔相近的两组高黎贡山东、西气象站点的降雨量对比可知:腾冲(98.50 °E, 25.02 °N, 1 654.6 m)和保山(99.17 °E, 25.12 °N, 1 653.5 m)之间,龙陵(98.68 °E, 24.60 °N, 1 527.8 m)和施甸(99.18 °E, 24.73 °N, 1 468.2 m)之间,由于均有高黎贡山(主峰高为 3 374 m)冬、夏两季对降雨起阻挡作用,导致东西站点之间降雨量差异显著,每个月位于西侧的腾冲(龙陵)降雨量均大于位于东侧的保山(施甸)。图 5 为西侧站点与对应东侧站点之间降雨量差值(西侧 - 东侧)的

月变化图,可见在近半个经距的范围内,腾冲、保山之间月降雨量差值均为正值(最大可达 292.5 mm),导致年降雨量两站点间相差 538.9 mm;龙陵、施甸之间的月降雨量差值也均为正值(最大可达 143.1 mm),年降雨量相差达 1 128.5 mm。显示了纵向岭谷对水汽的显著的阻隔效应。

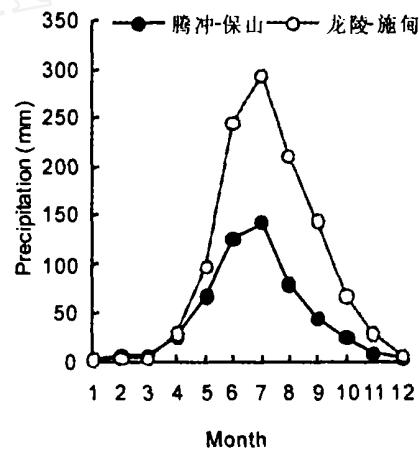


图 5 不同地点降雨量差值的月变化

Fig 5 Monthly variation of the precipitation differences between different stations in LRGR

4 小结与讨论

本文通过对纵向岭谷区多个气象站点长期平均气温、降雨数据的分析,详细讨论了纵向岭谷对于该地区气温、降雨空间分布格局的影响和季节变化规律,得到以下初步结论:

- 纵向岭谷区的山脉呈现显著的阻隔效应,气温和降雨量的高值区分布在纵向岭谷区的西部和西南边缘地带,越向中部地区效应趋于减弱。
- 纵向岭谷区的河道呈现较好的通道作用。其热力效应表现为:纵向岭谷南部有利于暖空气向北输送,北部有利于冷空气向南输送;降雨效应表现为,南部呈现水汽由南向北输送的通道作用,但在北部则由于高大山脉背风坡的雨影或焚风效应,呈现降雨减少趋势。

3. 纵向岭谷对降雨分布格局变化的作用较强,反映在从南向北、自西向东几个剖面之间降雨量空间变化与季节变化相互差异大,而气温变化相互差异小。

4. 雨季,西南季风在从南往北推移中,降雨量大,山间河谷地区正好是水汽通道,纵向岭谷“通道”效应明显;干季,东北季风带来的冷空气主要影响云南东部,西部气温明显高于东部,纵向岭谷“阻隔”效应明显;年平均而言,西南季风是范围宽广、湿层深厚的水汽源,西部、南部降雨量明显大于东部、北部,纵向岭谷对年降雨量的“阻隔”作用最显著。

山地气候的研究距今为止已经开展了近一个世纪,在国内外一些主要的山地上基本都开展了气象观测、调查工作,积累着不少成果,例如国外学者早期在对阿尔卑斯山、落基山、安第斯山的研究中指出处于迎西风带上的西坡多降雨,而背风坡多干旱的趋势^[13];对墨西哥境内马德雷山的研究表明:冬季当冷空气向南侵进时,该山脉阻挡了冷空气进入墨西哥内部,而夏天当东北信风吹过墨西哥海湾也不能越过该山脉,仅能影响墨西哥东海岸^[14]。可见,特殊的自然地理环境是形成区域气候、水热条件的重要基础,纵向岭谷对气温和降雨的通道-阻隔效应是其特殊的地势地貌结构和大气环流所决定的;造成纵向岭谷区气温变化的主要因素是与冷空气入侵有关的东北季风,冬半年由东北季风带来的冷空气的影响,由于纵向山系的东西向阻隔作用差异相对较小;造成纵向岭谷区降雨量变化的主要因素是与水汽输送有关的西南季风,因为大气中的水汽含量在低层较多,夏半年西南暖湿气流在地形的动力抬升和强迫作用下形成降雨,水汽沿途被不断消耗掉,从而使该区域降雨量的分布呈西南多东北少、山区多河谷坝区少的特征^[15]。正是由于纵向岭谷区纵向高耸的山系和深切河谷的存在,对地表主要自然物质和能量的输送表现出明显的南北向通道作用和扩散效应、东西向阻隔作用和屏障效应,构成该地区不同空间上水热条件的分异,形成不同的局部小生境,因此纵向岭谷也构成各种生物纵向迁徙的走廊和横向交汇的屏障,对生态系统和物种多样性的形成演化有重要影响。近年来,在大河干流水电梯级开发、交通建设和土地利用等人类活动的加剧影响下,该地区生态系统的建设与保护问题已越来越受到广泛关注。

致谢:中科院西双版纳热带植物园的张慧女士帮助完成了气温、降雨的彩色空间分布图。本文中部分气候资料由国家气象中心气象资料室提供,在此表示感谢!

参考文献 (References)

- [1] The Chorography Compilation Committee of Yunnan Province Astronomy and Climate Chorography of Yunnan Province [M]. Kunming: Yunnan Public Press, 1995. 45 ~ 76 [云南省地方志编纂委员会. 云南省志卷二天文气候志 [M]. 云南人民出版社, 1995. 45 ~ 76]
- [2] Wu Shaohong, Dai Erfu, He Daming Major research perspectives on environmental and developmental issues for the Longitudinal Range-Gorge Region (LRGR) in Southwestern China [J]. *Progress in Geography*, 2005, 24(1): 31 ~ 40 [吴绍洪,戴尔阜,何大明. 我国西南纵向岭谷区环境与发展问题初步研究 [J]. 地理科学进展, 2005, 24(1): 31 ~ 40]
- [3] He Daming, Wu Shaohong, Peng Hua, et al A study of ecosystem changes in longitudinal range-gorge region and transboundary eco-security in southwest china [J]. *Advances in Earth Science*, 2005, 20(3): 338 ~ 344 [何大明,吴绍洪,彭华,等. 纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全研究 [J]. 地球科学进展, 2005, 20(3): 338 ~ 344]
- [4] Pepin N., Losleben M. Climate change in the Colorado Rocky Mountains free air versus surface temperature trends [J]. *International Journal of Climatology*, 2002, 22: 311 ~ 329
- [5] Richner H., Phillips P. D. A comparison of temperature from mountain tops and the free atmosphere-their diurnal variation and mean difference [J]. *Monthly Weather Review*, 1984, 112: 1328 ~ 1340
- [6] Kyriakidis P. C., Kim J., Miller N. L. Geostatistical mapping of precipitation from rain gauge data using atmospheric and terrain characteristics [J]. *Journal of Applied Meteorology*, 2001, 40: 1855 ~ 1877
- [7] Ferretti, Rossella, Tiziana Paolucci, et al Analyses of the precipitation pattern on the alpine region using different cumulus convection parameterizations [J]. *Journal of Applied Meteorology*, 2000, 39: 182 ~ 200
- [8] Drogue G., Humbert J., Deraisme J., et al A statistical-topographic model using an omnidirectional parameterization of the relief for mapping orographic rainfall [J]. *International Journal of Climatology*, 2002, 22: 599 ~ 613
- [9] Gallus W. A., Klemp J. B. Behavior of flow over steep orography [J]. *Monthly Weather Review*, 2000, 128: 1153 ~ 1164
- [10] Gao Dengyi, Yan Jiazheng Influences of Himalayas and Hengduan mountain on the spatial-temporal distribution of precipitation [A]. In: Tibet Plateau Expedition team of Academy of Chinese Sciences Expedition Compilation of Hengduan Mountain [C]. Kunming: Yunnan Public Press, 1983. 184 ~ 199 [高登义,严江征. 喜马拉雅及横断山脉对降水时空分布的影响 [A]. 见:中国科学院青藏高原综合科学考察队. 青藏高原研究 横断山考察专集 [C]. 云南人民出版社, 1983. 184 ~ 199]

- [11] Yang Qingye. Natural division of Hengduan mountain area [A]. In: Tibet Plateau Expedition Team of Academy of Chinese Sciences Expedition compilation of Hengduan mountain [C]. Kunming: Yunnan Public Press, 1983. 96 ~ 105 [杨勤业. 横断山区综合自然区划 [A]. 见:中国科学院青藏高原综合科学考察队,青藏高原研究 横断山考察专集 [C]. 云南人民出版社, 1983. 96 ~ 105]
- [12] Zhang Rongzu, Zheng Du, Yang Qingye. Physical Geography of Hengduan Mountain Area [M]. Beijing: China Science Press, 1997. 76 ~ 86 [张荣祖, 郑度, 杨勤业. 横断山区自然地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1997. 76 ~ 86]
- [13] Roger G. Barry(Compile). An Shunqing, Wang Changgen (Translate). Mountain Weather and Climate [M]. Beijing: Meteorology Press, 1988. 54 ~ 55 [Roger G. Barry(著). 安顺清, 王长根(译). 山地天气和气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1988. 54 ~ 55]
- [14] Grimm, N.B., Chancon A., Dahm C.N., et al. Sensitivity of aquatic ecosystems to climatic and anthropogenic changes: the basin and range, American Southwest and Mexico [J]. *Hydrologic Processes*, 1997, 11: 1023 ~ 1041
- [15] You Weihong, He Daming, Duan Changchun. Climate change of the Longitudinal Range-Gorge Region in Yunnan and its influence on the river flows [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(1): 1 ~ 11 [尤卫红, 何大明, 段长春. 云南纵向岭谷气候变化对河流径流量的影响 [J]. 地理学报, 2005, 60(1): 1 ~ 11]

Influences of Corridor-barrier Function on the Spatial Characteristics of Temperature and Precipitation in the Longitudinal Range-Gorge Region (LRGR)

HE Yunling^{1, 2,3}, ZHANG Yiping¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, CAS, Kunming 650223, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. College of Resources & Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Located in north-south directed mountains and valleys in Southwestern China, mainly in Yunnan Province, under the comprehensive conditions of environmental pattern on landform, climate, water, soil, vegetation as well as human activity, the Longitudinal Range-Gorge Region (LRGR) behaves the important corridor-barrier function which has attracted a great deal of interest from many geologists and ecologists. Based on the observational data of monthly air temperature and precipitation in the longitudinal range-gorge region, and using the statistics of 1960 - 2000, the spatial distribution characteristics of temperature and precipitation under the role of the longitudinal range-gorge are investigated. The results show that annual precipitation of western regions is bigger than the eastern regions because the longitudinal range-gorge separates southwest monsoon. Influence of corridor function is significant in river valley. It transports northwardly warm monsoon in the south region, and transports southwardly cold monsoon in the north region. The water vapor gradually reduces in the process of intruding southwest air mass moving to north, while there is little precipitation in the north part located the leeward slope of longitudinal range-gorge and influenced by the foehn. The action of the longitudinal range-gorge on the average air temperature distribution is smaller than the annual precipitation. The longitudinal range-gorge separates southwest monsoon is bigger, but separates northeast monsoon is smaller. The annual precipitation of southern and western regions is bigger than the ones of the northern and eastern regions, and the average air temperature of western part is lower than the ones of eastern part.

Key words: the Longitudinal Range-Gorge Region (LRGR); corridor-barrier function; temperature; precipitation; spatial distribution