

毛成忠,肖湛臻,杨志彪,等. 地理经纬双向过渡带和复杂地形下气候的过渡性和特异性——以宜昌市为例[J]. 中低纬山地气象, 2023, 47(1): 31 - 37.

地理经纬双向过渡带和复杂地形下气候的过渡性和特异性

——以宜昌市为例

毛成忠¹, 肖湛臻², 杨志彪³, 雷东洋², 孟芳², 覃金华¹

(1. 三峡国家气候观象台, 湖北 宜昌 443000, 2. 湖北省宜昌市气象局, 湖北 宜昌 443000, 3. 湖北省气象局, 湖北 武汉 430074)

摘要:宜昌处在我国地形第二、第三级阶梯的过渡地带,又位于我国南北过渡带秦巴山地南麓的中低纬度过渡带,长江中上游结合部,山地河谷平原并存,地形复杂,垂直高差大。气候资料分析和文献调研表明,宜昌天气气候因特殊地理环境具有过渡性和特异性:(1)年平均气温主要随地形高度递减,年总降水量主要随纬度升高减小。(2)年暴雨日数、连阴雨天数,在中西部随纬度升高而递减,等值线近似纬向排列;东部随地形升高而递增,等值线近似经向排列。(3)山地平原过渡带地形的阻挡滞留、辐合抬升等对极端短时强降水有明显加强作用,这种作用在秦岭与黄淮过渡带、太行山与华北平原过渡带有相似的天气气候效应。(4)宜昌位于江淮梅雨的西界、华西秋雨的东界,具有天气气候“分水岭”特征。(5)宜昌是暴雨雨团、西南涡移动的主要通道之一。

关键词:地理过渡带;气候过渡性;迎风坡;极端强降水;江淮梅雨;华西秋雨;暴雨雨团;西南涡

中图分类号:P461+.3 **文献标识码:**A

The Transition and Specificity of Climate in the Geographical Longitude Latitude Two - way Transition Zone and Complex Terrain ——Take Yichang City as an Example

MAO Chengzhong¹, XIAO Zhanzhen², YANG Zhibiao³, LEI Dongyang², MENG Fang², QIN Jinhua¹

(1. Three Gorges National Climate Observatory, Yichang 443000, China; 2. Yichang Meteorological Bureau of Hubei Province, Yichang 443000, China; 3. Hubei Meteorological Bureau, Wuhan 430074, China)

Abstract: Yichang is located in the transition zone of the second and third steps of terrain in China, and in the middle and low latitudes transition zone at the southern foot of Qinba Mountains, the North - South transition zone in China. At the junction of the middle and upper reaches of the Yangtze River, mountains, valleys and plains coexist. The terrain is complex and the vertical elevation difference is large. Climate data analysis and literature research show that Yichang weather and climate have transition and specificity due to the special geographical environment: (1) the annual average temperature mainly decreases with the terrain height, and the annual total precipitation mainly decreases with the latitude. (2) The number of annual rainstorm days and continuous rainy days decrease with the increase of latitude in the central and western regions, and the isolines are approximately arranged in the latitudinal direction; The eastern part increases with the elevation of the terrain, and the isolines are

收稿日期: 2022 - 02 - 20

第一作者简介: 毛成忠(1963 -), 正高, 主要从事综合气象观测和气候环境研究, E - mail: hbmaocz@163.com。

资助项目: 湖北省气象局科技基金项目(2022Y17): 宜昌市康养气候生态资源评价技术方法研究; 湖北省气象科技发展基金项目(2019J03): 宜昌城市热岛效应监测与评估研究; 水利部三峡局地气候监测项目(SK2021031): 三峡库区局地气候监测系统维持——宜昌立体剖面。

arranged approximately longitudinally. (3) The blocking retention, convergence and uplift of the terrain in the transition zone between mountain and plain have a significant strengthening effect on the extreme short-term heavy precipitation. This effect has similar weather and climate effects in the transition zone between Qinling Mountains and Huang Huai River, Taihang Mountains and North China Plain. (4) Yichang is located in the western boundary of Meiyu in the Yangtze Huaihe River and the eastern boundary of autumn rain in Western China, with the characteristics of "watershed" of weather and climate. (5) Yichang is one of the main channels for the movement of rainstorm and southwest vortex.

Key words: geographical transition zone; climatic transition; windward slope; extreme heavy precipitation; Jianghuai Meiyu; autumn rain in West China; rainstorm rain mass; southwest vortex

0 引言

自然地理格局是地理位置(经向和纬向位置)、海陆分布、地形地貌和地表景观类型等地理因素的综合体现,在气候系统的大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈、生物圈中有重要影响。自然地理格局对大气环流和天气气候的重要影响,也早已被人类所认识,形成了天气、气候等学科的基础理论。地质记录和气候模式模拟的结果均显示,没有青藏高原,就不存在现代的季风环流^[1],地理对天气气候的影响可见一斑。地理格局不仅决定自然区划^[1],甚至与气候区划高度契合^[2]。但具体到某一地理环境对天气气候的影响如何定性描述、定量表达,以及精确的数值模拟和精细化预报预警,仍然是科学工作者在不断深化和探索的重要课题。

在地理过渡地带或地形交界带,天气气候既有随地理过渡而表现出的地带过渡性,比如中国南北过渡地带的热量条件、水分条件,从北到南总体上逐步递增,这种地带过渡性一般表现为连续的渐变特征。同时,这些地理过渡区域往往还表现出一些突变或极端的天气气候特异性。刘俊杰等^[3]利用 MdiOS 估算秦巴山地气温认为,山体效应的存在影响了山地内部植被和气候的非地带性分布,秦岭与大巴山的同海拔的气温均呈现出由山体边缘向内部升高的趋势,伏牛山和纬度偏南的汉江同海拔温度接近,扰乱了温度随纬度的增加而递减的一般性变化规律。果华雯^[4]研究了中国南北过渡带旱涝时空分布特征,认为秦岭南坡的洪水强度大于北坡,东部大于西部。钟兆站等^[5]认为秦岭与黄淮平原交界带存在气候边际效应,主要表现为坡地暖带、强降水效应和干旱效应。张霞等^[6]研究2021年7月河南极端强降水,发现过程累计降水量超过400 mm的站点集中分布在太行山东麓沿山地区和伏牛山东侧迎风坡一侧,与山地平原地形过渡带关系十分密切。叶桂苓等^[7]利用 WRF 数值模拟认为由于

山脉阻挡,更多水汽和能量堆积,以及地形的阻挡产生绕流和爬流运动,绕流有利于局地涡旋生成,爬流运动会增加垂直运动速度,正涡度中心增强,低层的水汽辐合上升凝结,造成更大暴雨。还有研究显示地形过渡带不同地形条件下降水宏微观的差异,如,李剑婕等^[8]利用全球降水测量卫星(GPM)星载双频雷达(DPR)探测资料研究了四川盆地及邻近山地和高原东坡降水的垂直结构及宏微观特征和差异。李函璐^[9]统计发现青藏高原东坡与四川盆地交界区域的降水的回波顶高、垂直厚度的差异等。

不仅在地理或地形过渡带天气气候有异常特征,而且在自然区的交界地带,气候系统之间的影响变化也有其特殊性,如:李育等^[10]认为三大自然区(东部季风区、西北干旱区、青藏高原区)过渡地带受到多个气候系统的相互作用。而且自然区、气候带也因气候变化而移动变化。秦巴山地、秦岭淮河一线,是比较公认的中国南北气候过渡带,近年来也有学者从植被生态、气象要素等视角考察和研究过渡带、气候带的划分和移动变化^[11-13],有研究认为中国的南北分界是一条宽窄不一的过渡带,各划界指标的等值线在气候变化下变动明显,但各气象要素的大致变动范围西南段较东北段更为稳定^[14]。

1 研究区域和资料方法

本研究区域以湖北省宜昌市为例。宜昌位于湖北省西南部,秦巴山脉和武陵山脉向江汉平原的过渡地带,“上控巴蜀,下引荆襄”。宜昌古称“夷陵”,因“水至此而夷、山至此而陵”得名。市域范围地跨110°15′~112°04′E、29°56′~31°34′N之间,东西最大横距174.08 km,南北最大纵距180.6 km^[15]。宜昌地处长江上游与中游的结合部和三峡库区东端,是三峡工程、葛洲坝水利枢纽工程所在地,被誉为“世界水电之都”。

本文的调研资料,来源于国内地理及气候等学科文献和正式出版著作。宜昌市气温和降水量资料来源于1991—2020年国家级气象观测站资料。

根据文献资料调研、气象资料统计分析,对既处于地理经向和纬向双重过渡带,又具有复杂地形地貌的宜昌地区的气候过渡性、特异性进行初步归纳分析,以期加深对地理过渡带和复杂地形条件下天气气候特点的认识。

2 地理经纬双向过渡带和复杂地形地貌

宜昌的地理区位具有显著的过渡带特征,包括中低纬度过渡带、南北气候过渡带、东西地形阶梯过渡带等特征以及地形空间差异和地貌单元的边际等特征。

2.1 中低纬过渡地带

宜昌地处 $29^{\circ}56' \sim 31^{\circ}34'N$ 间,在中纬度和低纬度的过渡区,又位于中国北方和南方的重要自然地理界线秦岭—大巴山的东南麓(图1)。秦岭是黄河、长江的分水岭,也是控制中国地理格局和空间变化的重要枢纽,一般公认秦岭—淮河一线为中国南北分界线,秦岭—大巴山是中国南北气候过渡带的主体^[4,16],宜昌即在该主体区域的东南缘。但近年也有研究从植被的地带性分布等视角,认为秦岭以南的汉江、甚至汉江以南的大巴山,更适合作为中国南北气候的分界线^[11,13],这可能使宜昌更接近中国南北分界线。但更精细地描述南北过渡带或南北分界线,则需要从水热等气候条件、植被生态等多个维度来系统分析和综合研判,而且它也可能随气候变化而移动变化。

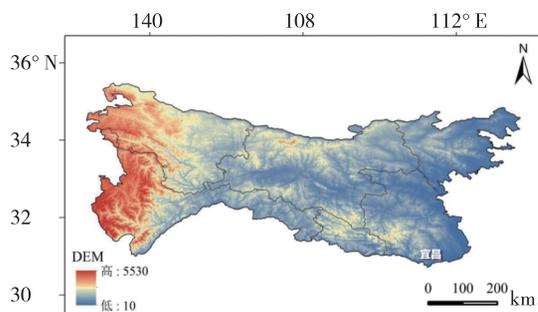


图1 中国南北过渡带主体区域^[4]
Fig. 1 The main area of the North - South transition zone in China (Guo Huawen, 2020)

2.2 东西阶梯地形过渡区

我国地形第二阶梯和第三阶梯的分界线,从大兴安岭—太行山—巫山—雪峰山—一线纵贯南北,宜

昌大致位于这条近似南北走向分界线的中南段,即巫山以东、长江中下游平原以西的位置,是我国地形第二阶梯和第三阶梯的交界区,即山地与平原的交界区或过渡地带(图2)。同时,也处在中国第一大河流长江上中游的分界点,宜昌以上的长江上游,河谷狭窄,比降陡峻,水流湍急,侵蚀作用占优势,河床多系石质。宜昌以下的中下游,河谷宽广,比降和缓,水流相对缓慢,堆积作用盛行,冲击平原广布^[17],长江中游地区因泥沙淤积河床抬高,加上长江河道在荆江段(湖北宜昌枝城到湖南岳阳城陵矶)“九曲回肠”,自古以来长江荆江段防汛抗洪压力十分巨大,有“万里长江险在荆江”之说。从1931—1949年的18 a中,荆江两岸有16 a遭受洪灾,几乎年年遭灾^[18]。宜昌因长江葛洲坝和三峡大坝水电工程的兴建,成为调节长江洪峰的重要枢纽和长江防汛抗洪的关键节点。

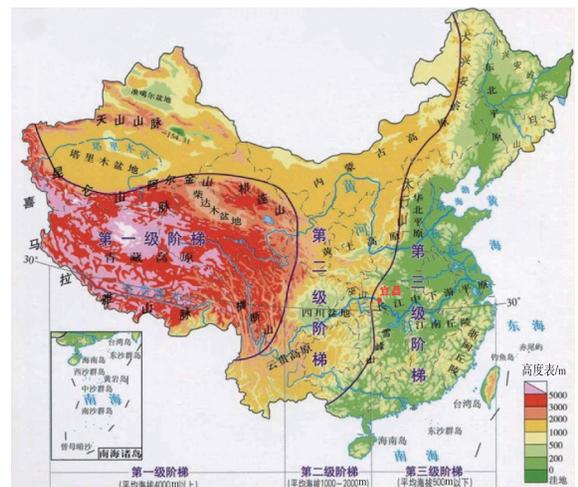


图2 宜昌在我国东西地形交界区的位置示意图
Fig. 2 Yichang in our country east - west topographic junction location schematic diagram

2.3 地形空间分异和地貌单元的边际特征

宜昌境内地形高低相差悬殊,垂直分异明显,海拔从2427 m(兴山县仙女山)~35 m(枝江市杨林湖),垂直高差达2392 m,呈现出自西向东逐级下降的态势,平均坡降 14.5% ^[15]。宜昌距华中第一峰神农架的主峰(海拔3105 m)距离仅100多 km,但垂直高差近3000 m,从宜昌沿神农架南坡至神农顶一线,或许是研究神农架南坡乃至秦岭—大巴山南坡气候效应、生物多样性的绝佳线路。

赵济等^[1]对中国自然区划中,宜昌并不在任何自然区的主体位置,而是处于4个自然区的交界地带,即秦巴山地与淮阳丘陵(Ⅲ₁区)的南缘、长江中下游平原(Ⅲ₂区)西缘、四川盆地(Ⅲ₃区)东

缘、云贵高原(Ⅲ₀区)的东北缘。这说明从东西南北水平维度和海拔高度的垂直维度来看,宜昌处在我国多个典型地貌单元的交界处或结合部,立体地理空间格局的边际特征十分突出。

2.4 地形地貌复杂性和地表类型的局地变化

宜昌既有西部山地(高山、半高山、低山)、中部丘陵和东部平原三大基本地貌类型,又有众多河流、湖泊,流域面积1000 km²以上的河流6条(长江、清江、沮漳河、香溪河、黄柏河、渔洋河),境内总长939 km^[15]。此外,宜昌位于21世纪初新兴的长江三峡库区的东端,也是库区水面最宽、水位最深、水位年际涨落幅度最大的区域。而20世纪80年代建成的长江葛洲坝水电工程大坝就在宜昌市区,葛洲坝水电大坝及库区已经楔入宜昌主城区,城市化效应和水库效应交叉影响这一地区和临近区域的气候和生态环境。三峡库区和葛洲坝库区改变了宜昌附近局地的地表类型。因此,宜昌地区的地表类型是多种自然景观类型和人为景观类型的复合区域,呈现出多样性和复杂性。

3 气候过渡性和特异性

在自然地理过渡带和复杂地形地貌条件下,宜

昌不仅具有水热等气候条件的地带过渡性特征,还具有暴雨云团、西南涡系统移动、滞留通道,局地极端短时强降水多发,以及江淮梅雨西界和华西秋雨东界等特殊异常性特征。

3.1 水热气候条件的地带过渡性

水热条件是反映气候状况的重要要素,为了更精细地反映地理因素对水热分布状况影响的细节,利用宜昌境内380个国家级和省级自动气象站2011—2020年10a的气温、降水量的高密度资料,统计水热条件的空间分布特征(图3)得出:宜昌各地年平均气温在7.0~17.8℃之间,高值区分布在东部平原和三峡河谷地区,低值区在西部山地。气温主要与海拔高度相关,其次受河谷效应^[19]和城市热岛效应^[20]的影响,河谷地区和城镇区也为气温高值区。宜昌市区西部山地处在盛行风向的下风方,对城市人为热扩散有阻挡作用,也导致城市西郊局部气温偏高^[20]。宜昌各地年总降水量约在850~1950 mm范围,年总降水量等值线大致与长江平行,其中1200 mm降水等值线大致与长江走向重合,年总降水量从西南到东北递减。总体来看,年平均气温受地形影响较大,而年总降水量受纬度影响较大。

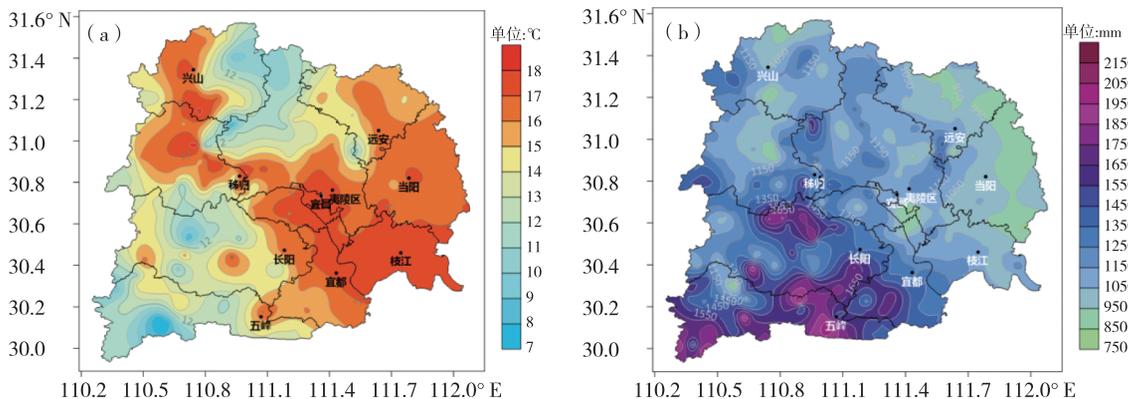


图3 2011—2020年宜昌市年平均气温(a)、年降水量(b)空间分布图

Fig. 3 Spatial distribution map of annual average temperature (a) and annual precipitation (b) in Yichang City from 2011 to 2020

3.2 暴雨日数、连阴雨天数空间分布特征

暴雨、连阴雨是高影响降水天气。为了反映长期的气候特征,利用近30a(1991—2020年)宜昌境内10个国家级气象观测站降水资料,以日雨量 ≥ 50.0 mm统计年平均暴雨日数(图4a),以文献^[21]中单站连阴雨判别指标统计各站连阴雨天平均天数(图4b)。

从图4可以看出两者的共同特征是:中西部地区南多北少,等值线近似纬向分布的东西走向;东

部地区西多东少,等值线近似经向分布的南北走向。两者的不同点是:连阴雨次数的空间分布,更接近年总降水量的分布特征,即大致为从西南—东北递减,说明其受到纬度和大尺度背景环流的影响更大。而暴雨日数高值区在东南部的宜都附近,处在喇叭口地形的开口低洼处,说明暴雨可能与中小尺度地形关系更为密切,下一节将进一步讨论地形与暴雨。

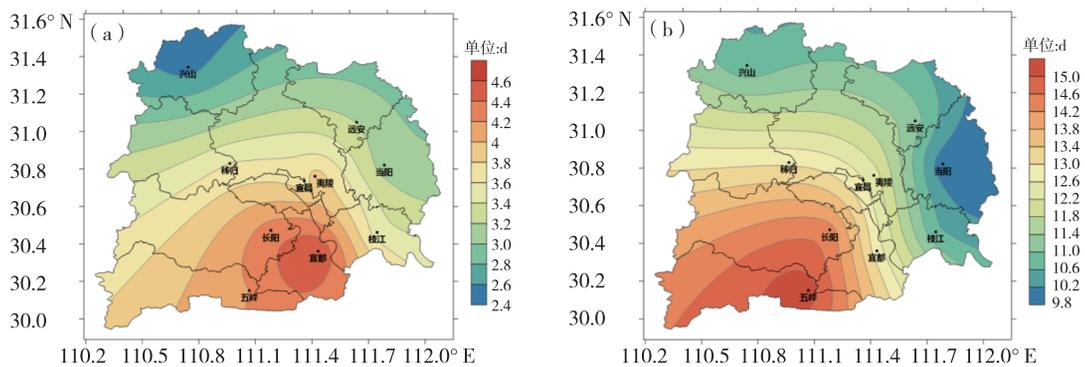


图4 宜昌市 1991—2020 年暴雨日数(a)和连阴雨次数(b)空间分布图

Fig. 4 Spatial distribution map of the number of rainstorm days (a) and the number of continuous rain (b) in Yichang City from 1991 to 2020

3.3 迎风坡地形对极端强降水的加强作用

地形对降水的影响十分复杂,章淹^[22]曾将地形对降水的作用分为 10 种类型:迎风坡对潮湿气流的抬升作用;越山气流对“飘雨”形成的作用;背风坡重力波作用形成的降水;山脉背风侧对低压(涡)与降水形成的作用;喇叭口山地的作用;峡谷山地作用;地形性小涡旋发生、发展的作用;峰谷的热力作用;山地的阻滞作用;地形通过对天气系统的作用而影响降水。这里所说的地形,主要是指山脉所形成的较大坡度的坡地、峡谷。宜昌所处的山地与平原过渡地带形成显著的坡面地形,加上长江三峡等河谷地形,导致极端强降水的局地性和极端性特征。

郭英莲等^[23]分析宜昌 2010 年 7 月 15 日特大致灾暴雨发现,在大尺度降水背景条件下,地形迎风坡抬升和地形对近地层流场的辐合,对特大暴雨产生了触发作用。范元月等^[24]分析了宜昌境内 2016—2017 年 26 次极端短时强降水的中尺度系统对流特征,发现地形作用下形成辐合中心以及山地东侧过渡带偏东风、偏北风多次合并等,对极端短时强降水起到了加强作用。姜玉印等^[25]利用傅抱璞提出的地形抬升速度公式,计算宜昌龙泉山村一次极端短时强降水的地形抬升速度,结果显示:宜昌西侧山脉对低层偏东气流的抬升速度最大达到 $0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,非常有利于中小尺度系统在此发展加强和维持,发生了小时雨强 158.8 mm 的极端短时强降水,刷新了宜昌甚至湖北省的小时雨强历史记录。崔讲学等^[26]分析了影响湖北暴雨的环流形势和影响系统认为:夏季热带风暴低压倒槽影响的湖北暴雨,则易发生在江汉平原到鄂西山地的过渡地带,也与宜昌以西地形阻挡和强迫抬升作用有关,利于暴雨云团在此发展、加强和停滞,产生局地暴雨等灾害性强对流天气。沿着我国第二、三级阶

过渡带北上到郑州附近,2021 年 7 月河南特大暴雨过程累计雨量 400 mm 以上的站点,也集中在山区(太行山)与平原(华北平原)的交界地带^[5],也说明过渡带地形对极端强降水的影响十分重要。

崔春光等^[27]用 MM5 模拟四川盆地东侧山地对一次西南涡暴雨的影响,发现降水系统受四川盆地东侧(宜昌西侧)山地阻滞,上游增强、下游减弱。意味着迎风坡有抬升加强作用,而背风坡越山气流下沉使降水减弱。

3.4 阶梯过渡地带的“分水岭”效应

阶梯过渡带地形不仅诱发局地强降水,更由于我国第二和第三级阶梯地形过渡带横贯我国南北,也对大尺度环流和大型降水系统产生影响。江淮梅雨和华西秋雨,是我国重要的大尺度降水系统,无论是经典的教科书还是其他研究文献,大都一致公认江淮梅雨的西界、华西秋雨的东界在宜昌,宜昌成为了天气气候的“分水岭”,这与经过宜昌的这条阶梯过渡带和宜昌所处的中低纬过渡带、南北过渡带等地理因素有密切的关系。

朱乾根等^[28]指出:每年夏初,在湖北宜昌以东 $28 \sim 34^\circ \text{N}$ 之间的江淮流域常会出现连阴雨天气,雨量很大。由于这一时节正是江南梅子黄熟季节,故称“梅雨”,即江淮梅雨。国际上甚至把这个季节延伸到我国整个东部地区的降水统称为中国梅雨,但其西界仍在宜昌没有改变。徐卫国等^[29]利用 1961—2000 我国东部 180 站雨量资料分析梅雨雨区的变化,将梅雨范围扩展到长江流域乃至我国东部、甚至日本南部,雨区的南北边界虽有较大的年际变化,但雨区的西界仍划在 110°E 。毛文书等^[30]分析江淮地区 44 个站 1954—2003 年 50 a 逐日降水资料,认为梅雨区年际变化南北摆动,把江淮梅雨划分为江淮北区和江淮南区,但宜昌仍为江淮梅

雨南区的西界。江淮梅雨是东亚夏季风向北、向西推进的结果^[31],其西界之所以在宜昌附近,与西部阶梯地形的阻滞屏障作用不无关系。

而华西秋雨则是来自孟加拉湾的西南季风和水汽输送造成的^[31],大多数观测事实显示,宜昌处在华西秋雨的东界,其成因之一可能是西南季风和水汽从海拔1000~2000 m左右的西部山地下沉到不足百米的东部平原,降水减弱消失的缘故。如,王红军等^[32]认为华西秋雨包括渭水流域、汉水流域、渝、川、陇南、鄂西等地区的秋雨。鲍媛媛等^[33]分析2001年华西秋雨的时空分布,也将湖北西部划归华西秋雨区。徐桂玉等^[34]利用1951—1986年降水资料分析华西秋雨的时空分布,把紧邻宜昌西部的恩施定为华西秋雨的东界。梁建洪等^[35]利用1951—1980年降水资料,将华西秋雨区以陕南、川北为中心,依次向外围划分为典型秋雨区、准典型秋雨区和一般秋雨区,鄂西则划在外围的一般秋雨区,也说明宜昌处于华西秋雨区的东界。但白虎志等^[36]则把长江中游及以南划为华西秋雨的六个气候区之一,其东界到了宜昌以东。

3.5 暴雨雨团、西南低涡移动的重要通道

以往的研究表明,宜昌是暴雨雨团、西南低涡等天气系统产生、移动和发展的主要通道之一。这仍可能与宜昌所处的中低纬度过渡带、秦巴山地南坡、长江三峡河谷等特殊的地理区位和空间格局有关。

吴翠红等^[37]对1999—2009年湖北208个中尺度暴雨过程雨团移动路径集成分析指出,湖北省中尺度暴雨雨团3条长路径中,其中两条是经宜昌东移,第一条路径为:巴东、咸丰→宜昌→钟祥→随州→大悟→红安→麻城。第二条路径为:宜昌南部→荆州→潜江→云梦→孝感→红安。

朱乾根等^[28]认为西南低涡在四川盆地形成后,三条移动路径之一就是沿长江(经宜昌附近)东移入海,当低涡移出时95.5%都有降水发生,并且在江淮切变线的西端易形成西南涡。崔讲学等^[26]分析指出,80%的江淮切变线位于25~33°N范围内的青藏高原主体下游,宜昌大致处于江淮切变线的西端,初夏江淮切变线在29~34°N(宜昌市为30.7°N)维持3d或3d以上,最有利于长江流域出现连续性暴雨。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文仅以宜昌为例,通过资料分析和文献调

研,对地理过渡带和复杂地形下的气候过渡性、特异性进行了初步分析归纳,从某些侧面反应地理空间环境对天气气候影响一些特点和观测事实,主要有以下几点:

(1)宜昌具有中低纬度过渡带、南北气候过渡带和东西阶梯地形过渡带,以及地形高度差异大和地形地貌复杂等多维度的地理过渡性、复杂性特征。

(2)宜昌年平均气温主要受地形海拔高度和城市热岛效应的影响。年总降水量、年连阴雨次数主要受纬度影响。年暴雨日数受迎风坡地形和峡谷地形影响较大。

(3)宜昌西部山地,对东亚夏季风环流背景下的极端强降水有明显的加强作用,与秦岭与黄淮过渡区^[5]、太行山与华北平原过渡区^[6]有相似的天气气候效应。

(4)宜昌是江淮梅雨的西界、华西秋雨的东界,以及暴雨雨团、西南涡移动和发展的重要通道,可能与上述所说的地理过渡带、海陆相对位置、纬度与大气环流等多种因素相关。

4.2 讨论

地理空间格局对大气环流和天气气候的影响十分复杂,本文的分析十分有限,旨在引起学术关注和研究,很多问题仍需深入探讨。

(1)本文的资料分析和文献调研结果,仅是基于观测事实的统计结果或定性描述。过渡带地理环境和复杂地形对天气气候,特别是对极端强降水等高影响天气影响机理的量化描述、数值模拟等有待深入研究。针对个性化的对象区域,建立和完善适当密度的综合立体天气气候监测网以获取更精密的观测资料,优化完善数值模式,提高天气气候预测预报能力,特别是提高极端天气气候事件的预报预警准确率,减轻灾害,显得十分迫切和重要。

(2)以往宜昌气候分析文献,时间演变居多、空间分布较少。针对秦巴山地南坡等特殊地理单元对天气气候、生态环境影响的系统性监测和研究,乃至南北过渡带等重大科学问题的研究等,对于应对气候变化和保障生态环境安全仍是重要的课题。

(3)宜昌不仅具有地理和气候的双重过渡性、复杂性,又是三峡坝区和库区、长江经济带等重要战略节点,承载着区域经济发展和国家重大战略的多重需求,开放合作共享,多学科交叉融合,开展多尺度、多维度的天气气候、生态环境等方面的系统性研究和全方位服务,十分必要。

参考文献

[1] 赵济,方修琦,王卫,等.新编中国自然地理[M].北京,高等教育

- 出版社,2015:263,20,43.
- [2] 卞娟娟,郝志新,郑景云,等. 1951—2010年中国主要气候区划界线的移动[J]. 地理研究,2013,32(7):1179-1187.
- [3] 刘俊杰,潘自武,秦奋,等. 基于MODIS的秦巴山地气温估算与山体效应分析[J]. 地理研究,2020,39(3):735-748.
- [4] 果华雯. 中国南北过渡带旱涝时空分布特征研究[D]. 西安:西北农林大学,2020.
- [5] 钟兆站,李克煌. 秦岭—黄淮平原交界带气候边际效应初探[J]. 地理研究,1996,15(4):66-73.
- [6] 张霞,杨慧,王新敏,等. “21·7”河南极端强降水特征及环流异常性分析[J]. 大气科学学报,2021,44(5):672-687.
- [7] 叶桂苓,张宇,徐建军,等. 阳江复杂地形对特大暴雨影响机理的数值研究[J]. 热带气象学报,2022,38(1):133-144.
- [8] 李剑婕,郑佳锋,刘艳霞,等. 四川盆地与周边地区的降水垂直结构和宏微观差异研究[J]. 气象学报,2022,80(2):205-223.
- [9] 李函璐. 基于TRMM PR探测的青藏高原东坡降水结构特征分析[D]. 合肥:中国科学技术大学,2021.
- [10] 李育,朱耿睿. 三大自然区过渡地带近50年来气候类型变化及其对气候变化的响应[J]. 地球科学进展,2015,30(7):791-801.
- [11] 赵芳,张久阳,刘思远,等. 秦巴山地NPP及对气候变化响应的多维地带性与暖温带—亚热带界线[J]. 生态学报,2021,41(1):57-68.
- [12] 陈超男,朱连奇,田莉,等. 秦巴山区植被覆盖变化及气候因子驱动分析[J]. 生态学报,2019,39(9):3257-3266.
- [13] 赵芳,张百平,朱连奇,等. 秦巴山地垂直带谱结构的空分异与暖温带—亚热带界线问题[J]. 地理学报,2019,74(5):889-901.
- [14] 李亚男,刘钢军,刘德新,等. 中国南北过渡带范围的地理表达及定量探测[J]. 地理研究,2021,40(7):1857-1869.
- [15] 宜昌市人民政府. 地理位置[R/OL]. (2022-01-10). <http://www.yichang.gov.cn/content-4281-1004061-1.html>.
- [16] 张百平. 中国南北过渡带研究的十大科学问题[J]. 地理科学进展,2019(3):305-311.
- [17] 顾锡和,俞吼狮,王宗汉,等. 宜昌附近长江河谷地貌的研究[J]. 南京大学学报(自然科学版),1983(1):153-163.
- [18] 荆江[EB/OL]. (2022-01-10). https://baike.baidu.com/item/荆江#5_1.
- [19] 张强,万素琴,毛以伟,等. 三峡库区复杂地形下的气温变化特征[J]. 气候变化研究进展,2005,1(4):164-167.
- [20] 毛成忠,张明,刘云鹏,等. 基于自动气象站资料的宜昌城市热岛分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2021,15(1):103-110.
- [21] 梁益同,史瑞琴,马德栗,等. 连阴雨等级:DB42/T 1374-2018[S]. 湖北省地方标准,2018.
- [22] 章淹. 地形对降水的作用[J]. 气象,1983,9(2):9-13.
- [23] 郭英莲,吴翠红,王继竹,等. “7.15”宜昌大暴雨的地形影响特征[J]. 气象,2012,38(1):81-89.
- [24] 范元月,罗剑琴,张家国,等. 宜昌极端短时强降水中尺度对流系统特征分析[J]. 气象,2020,46(6):776-791.
- [25] 姜玉印,卢楚翰,范元月,等. 宜昌一次致灾极端短时强降水成因分析[J]. 气象科学,2020,40(2):232-240.
- [26] 崔讲学,柯怡明,王仁乔,等. 湖北省天气预报手册——暴雨预报[M]. 北京:气象出版社,2011:33.
- [27] 崔春光,房春花,胡百威,等. 地形对低涡大暴雨影响的数值模拟试验[J]. 气象,1998,26(8):14-18.
- [28] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,2000.
- [29] 徐卫国,江静. 我国梅雨雨区变化分析[J]. 南京大学学报(自然科学版),2004,40(3):292-303.
- [30] 毛文书,王谦谦,李国平,等. 近50a江淮梅雨的区域特征[J]. 气象科学,2008,28(1):68-73.
- [31] 王遵娅,丁一汇. 中国雨季的气候学特征[J]. 大气科学,2008,32(1):1-13.
- [32] 王红军,王子晨,王可,等. 2017年华西秋雨的环流特征及成因[J]. 干旱气象,2018,36(5):743-749.
- [33] 鲍媛媛,阿布力米提,李峰,等. 2001年华西秋雨时空分布特点及其成因分析[J]. 应用气象学报,2003,14(2):215-222.
- [34] 徐桂玉,林春育. 华西秋雨特征及成因探讨[J]. 气象科学,1994,14(2):149-154.
- [35] 梁建洪. 华西秋雨的时空分布[J]. 地理科学,1989,9(1):51-59.
- [36] 白虎志,董文杰. 华西秋雨的气候特征及成因分析[J]. 高原气象,2004,23(6):884-889.
- [37] 吴翠红,龙利民,等. 湖北省中尺度暴雨天气分析图集[M]. 北京:气象出版社,2011.