

乾安县 40 年气候变化的分析^{*}

安刚 孙力 廉毅 沈柏竹

(吉林省气象科学研究所, 长春 130062)

P46 A

摘要 利用东北地区月平均气温、降水量、蒸发量等资料, 计算了夏季气温和降水的相关系数, 表明东北地区西部夏季气温与降水量呈显著负相关。从年代际变化的分析中得知, 20 世纪 90 年代暖干趋势明显, 其中以乾安最为突出。分析乾安及其邻近测站蒸发量的年代际变化, 表明乾安的夏季蒸发量上升趋势明显, 并远大于其他测站, 对环境的不良影响加重。而在下垫面条件较好一些的区域, 夏季蒸发量呈下降趋势。乾安县未来夏季气温仍为上升趋势, 降水量在总体平均值之下呈旱、涝交替变化。

关键词: 夏季气温; 降水; 暖干趋势; 气候变化

1 引言

乾安县位于东北地区及吉林省西部, 是东亚季风和半干旱气候区的过渡带, 也是生态系统从半湿润森林草原向半干旱草原和沙地转化的过渡带。该区已被公认为是生态脆弱带和气候脆弱区。目前, 国内外学者对与气候环境相关的全球变化问题十分关注^[1]。廉毅等^[2]对乾安县的陆地资源卫星遥感监测分析的研究中指出, 其生态环境正进一步恶化, 盐渍化程度加重, 面积也明显扩大。20 世纪 90 年代同 80 年代比, 东北地区乾安县盐渍化发展最快, 由 1988 年和 1996 年陆地资源卫星遥感资料反演得出, 经过 8 年的变化盐渍化面积增加了 296.77 km², 增加量占总面积的 7.87%。荒漠化范围向东扩了 20 km, 已对吉林省中部松辽平原产粮区构成了严重威胁。生态环境的变化, 除人类活动的作用外, 气候条件的变化也是其重要的影响因素, 因此, 分析气候条件的变化, 研究气候要素对生态环境发展的有利或不利影响是极为必要的。本文对东北地区西部和乾安县的气温、降水、蒸发量等气象要素及其他它们之间的关系与年代际变化进行了分析, 为研究该地区生态环境变化提供气候背景条件。

2 资料和方法

利用东北地区及内蒙古东四盟部分测站的月平均气温、降水资料, 计算了夏季(6~8 月)同期气温和降水的相关系数, 分析了气温同降水的关系; 计算了东北地区西部、特别是乾安及其邻近测站的夏季气温、降水的年代际变化, 用以进行对比分析; 又计算了乾安县各月的气温、降水及实测蒸发量(以下简称为蒸发量)的相关系数, 分析

2000-09-29 收到, 2002-07-04 收到再改稿

^{*} 国家重点基础研究发展规划项目“我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究”(G1999043400)和科技部社会公益研究专项基金资助

了它们之间的关系和乾安及其邻近地区夏季蒸发量的年代际变化。最后采用小波分析方法分析了乾安县夏季气温、降水的阶段变化,并推测了未来的变化趋势。

3 分析结果

3.1 东北地区西部夏季气温、降水的关系及其年代际变化

图1为东北地区及内蒙古东四盟各站夏季气温和降水多年平均分布和相关系数,样本长度为35年(从1961年至1995年),当相关系数达到0.28即通过0.10信度检验,达到0.33时通过0.05信度检验。从图1中可以看到,除了在满洲里一带和绥芬河附近各有一片显著负相关区,从黑龙江省的齐齐哈尔,吉林省的白城一直到内蒙古的赤峰为大片的显著负相关区。在这片区域中包括嫩江沙地、向乌大沙带、科尔沁沙地等正在发展中的和潜在的荒漠化地区^[3]。与东北地区同纬度其他区域相比该区域夏季气温较高,降水较少,并且相对变率较大^[4],自然条件差。

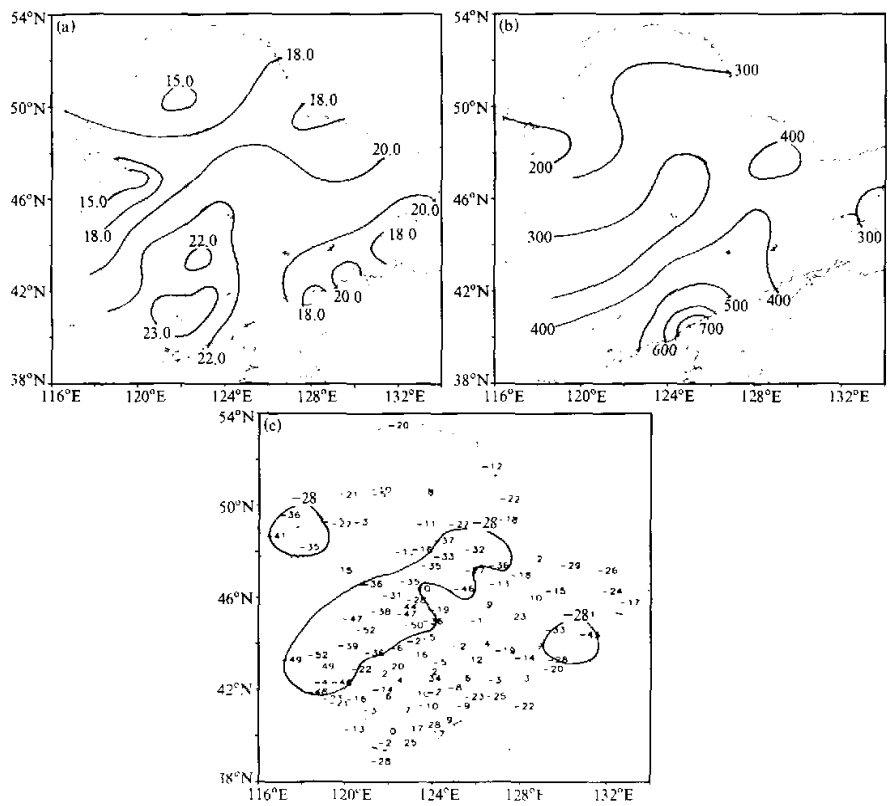


图1 东北地区各站夏季气温(℃)和降水(mm)的多年平均及相关系数(图中相关系数×100)
(a)夏季气温;(b)夏季降水;(c)夏季气温和降水的相关系数

由夏季气温和降水呈显著负相关这一结果可以得出, 该区夏季降水多时, 气温较低, 而夏季降水少时, 气温较高, 也就是存在着冷湿或者暖干的气候类型。从文献[3]中得知, 在北方的多数沙地气温同降水也是成负相关的, 这表明东北西部地区气候同上所述荒漠化地区气候具有某些共同的特点。

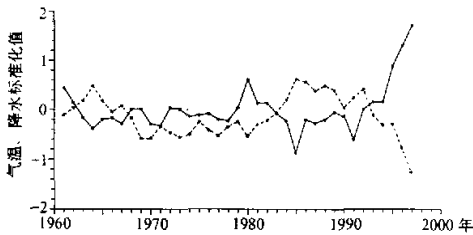


图2 东北地区西部夏季气温、降水变化曲线
实线: 夏季气温, 虚线: 夏季降水

在此选取东北地区西部扎兰屯、莫旗、索伦、乌兰浩特、突泉、白城、乾安和通榆 8 个测站, 计算该区夏季平均气温和平均降水, 分别做标准化处理并进行 5 年滑动平均, 以分析东北西部夏季气温和降水的变化趋势, 其结果由图 2 给出。从图 2 看到, 从 1963 年到 1968 年为冷湿阶段; 1969 年到 1978 年气温基本正常、降水较

少; 1979 年到 1983 年为暖干阶段; 1984 年到 1992 年冷湿阶段; 1993 年至 1997 年为暖干阶段。在近期的暖干变化趋势尤为加剧, 这可能是导致该区荒漠化发展的重要因素。

本文计算了东北西部部分测站从 1961 年至 1997 年夏季气温、降水各年代的平均值, 用以比较年代际变化, 又用各年代的夏季气温、降水值相比计算出干燥系数, 其公式为

$$S = 100 \times T / R, \tag{1}$$

用干燥系数来比较不同站之间的气候变化情况, 所有结果由表 1 给出。

表 1 东北地区西部部分测站夏季气温、降水量及干燥系数的年代际变化 (20 世纪)

	年代	莫旗	齐齐哈尔	索伦	白城	洮南	乾安	大安	前郭	通榆	长岭
夏季气温 (℃)	60	19.7	21.2	18.7	21.8	22.1	22.0	21.9	21.9	22.3	21.8
	70	19.9	21.4	18.3	21.8	22.1	22.1	22.0	22.0	22.2	21.8
	80	19.8	21.5	18.1	21.8	22.2	22.1	22.0	22.2	22.3	21.9
	90	20.3	21.9	18.6	22.1	22.6	22.6	22.4	22.7	22.7	22.4
夏季降水 (mm)	60	345	323	334	325	309	319	327	314	325	339
	70	287	242	339	279	268	265	265	282	265	279
	80	369	322	385	317	313	330	311	326	310	330
	90	342	279	310	257	288	253	286	263	265	317
干燥系数	60	5.7	6.6	5.6	6.7	7.2	6.9	6.7	7.0	6.9	6.4
	70	6.9	8.8	5.4	7.8	8.2	8.3	8.3	7.8	8.4	7.8
	80	5.4	6.7	4.7	6.9	7.1	6.7	7.1	6.8	7.2	6.6
	90	5.9	7.9	6.0	8.6	7.8	8.9	7.8	8.6	8.6	7.1

从表 1 可以看出, 除了莫旗、索伦和通榆外, 其他各站夏季气温从 20 世纪 60 年代到 90 年代均为上升趋势, 并且 90 年代的上升幅度明显高于以前的 30 年。夏季降水也具有年代际变化, 60 年代为多雨段, 70 年代为少雨段, 80 年代又进入了多雨段。80 年

代东北全区夏季平均降水量为 367 mm，比 70 年代的 328 mm 多了近 40 mm，1990 年以来又转入了少雨段。从干燥系数看，基本上同降水的变化一致，但从数值上也能看出它们之间是有差异的。尽管进入 90 年代以来夏季气温的升幅均较大，但由于降水量的不同，各站的干燥系数也表现出不同。从表 1 中看到，90 年代乾安县的干燥系数为 8.9，明显高于其他各站，同 80 年代相比，增加了 2.2，增幅也是最大。同期乾安县的夏季气温上升了 0.5℃、降水减少了 77 mm，变化最大，说明其暖干趋势发展最为突出。

3.2 乾安县气温、降水及蒸发量的关系

20 世纪 90 年代同 80 年代相比，东北西部气候暖干趋势变化中，乾安县最具代表性，对其产生的荒漠化影响，以盐渍化程度加重、面积加大而表现出来。为此我们对乾安站的月平均气温、降水以及邻近站的月蒸发量进行了分析。图 3 为乾安站各月的气温、降水及蒸发量（3 到 9 月有观测值）的相关系数。由图 3a 看出，同东北地区西部各站一样，乾安站气温和降水在夏季 6~8 月呈显著的负相关关系，而在其他月份无明显相关关系。从图 3b 看到，从 3 月到 9 月气温同蒸发量存在十分明显的正相关关系，即气温高，蒸发量大，反之，如果气温低则蒸发量小。而降水同蒸发量存在着负相关关系，4、5 月份相关性较差，其他各月相关显著。也就是说，降水量多时，蒸发量小；降水量少时，蒸发量反而大。

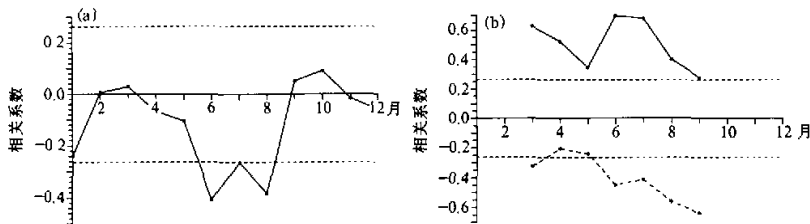


图 3 乾安县各月气温、降水、蒸发量相关系数
(a) 气温与降水相关系数；(b) 气温（实折线）、降水（虚折线）与蒸发量相关系数

在近 10 年东北地区西部暖干气候变化中，乾安县的变化最为突出，其表现为夏季气温上升幅度最大，夏季降水减少最多。由表 2 我们还可以看到同邻近的各个测站相比，乾安站的夏季蒸发量也是最多的。蒸发量同样具有明显的年代际变化，但各站的情况并非一致。比较 80 年代和 90 年代从相对冷湿到暖干变化最为显著的两个时期，有的站蒸发量是减少的，如：洮南、前郭、长岭等；有的站变化不大，如大安；有的站是增加的，如乾安、白城和通榆。上述各测站分布在乾安站四周，相距最近只有数十公里，

表 2 乾安及邻近测站夏季蒸发量（mm）的年代际变化（20 世纪）

年代	白城	洮南	乾安	大安	前郭	通榆	长岭
60	751	818	758	695	634	778	626
70	758	802	742	694	657	776	651
80	667	795	716	617	631	705	619
90	695	698	771	618	584	726	588

最远不过 150 km, 同属一个气候区内, 而它们蒸发量的年代际变化却表现出很大差异, 这可能与这些地区不同下垫面所形成的小气候有关。洮南和前郭均在灌区之内, 植被状况较好。乾安县的下垫面植被条件远不如上述各区, 盐碱地面积大, 当气温升高、降水减少时, 蒸发量增加, 盐渍化加重, 使其环境愈加变差, 进而产生恶性循环。

3.3 乾安县夏季气温、降水的变化趋势

我们计算了 1957 年至 1999 年乾安县夏季气温、降水的小波指数, 其结果如图 4 所示。由图 4a 看到, 乾安县夏季气温具有明显的阶段性变化, 从长的变化周期看, 暖阶段要长于冷阶段, 总体趋势变暖, 在近期自 1993 年以来一直处于暖阶段之中。由图 4b 看到, 乾安县的夏季降水呈多雨、少雨交替变化, 少雨阶段比多雨阶段长, 总体上是趋于少雨。在近期自 1989 年以来, 进入了少雨阶段, 因 1998 年此区域夏季降水异常多, 该年小波指数为较大的正值, 1999 年夏季降水略少, 小波指数又转为负值。可以看到, 乾安县夏季气温、降水的年代际变化与该站所在的东北地区西部夏季气温、降水的变化趋势基本一致。

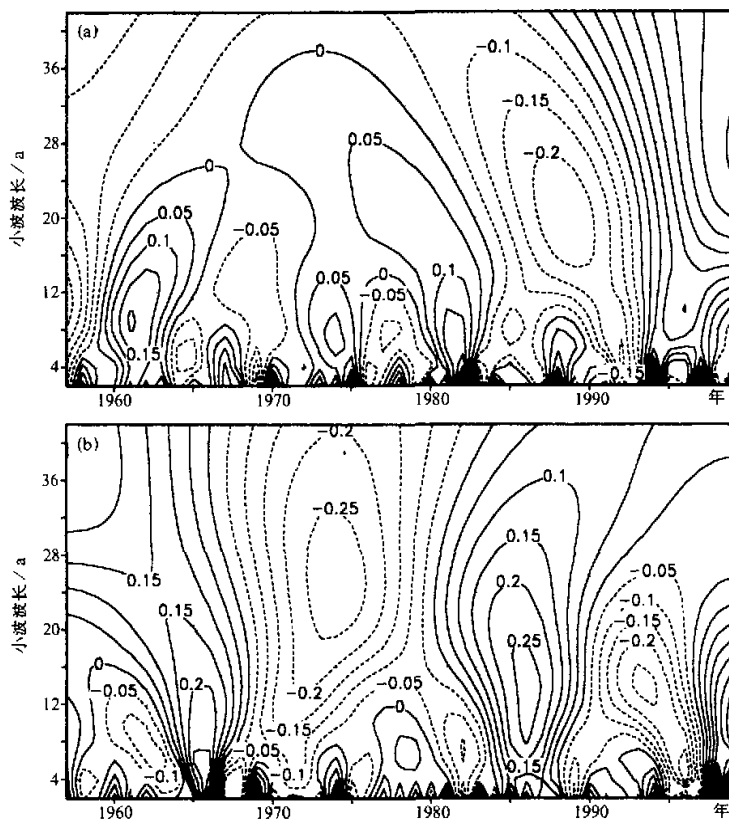


图 4 乾安县夏季气温、降水小波指数分布图
(a) 气温; (b) 降水

乾安县夏季气温的暖阶段尚未结束, 仍将持续一段时期。从图 4a 可见, 现在所处的暖阶段最大正中心对应周期为 28 年左右, 其中暖阶段至少应为 14 年, 而从 1993 年转入暖阶段至今还不到 7 年, 所以此暖阶段会持续下去, 在近期内不会进入相对的冷阶段。再由图 4b 分析乾安县夏季降水的变化趋势, 从 1957 年至 1999 年多雨、少雨阶段交替变化, 但可看出其长周期逐渐变短, 振荡加剧, 夏季降水的不稳定性增加, 每年中大旱或大涝出现的概率增加。由文献[5]得知, 乾安的邻近站白城, 夏季降水从 20 世纪 50 年代至现在是下降趋势, 东北地区在近期进入了一个多雨、少雨交替变化阶段, 波动的振幅加大, 旱涝出现的频率增加。文献[6]的结论也表明, 50 年来东北西部地区极端最高温度为增温区, 而极端最大日降水和微量降水事件为减少区。由此可见, 乾安县在未来一段时期内, 夏季气温将持续升高, 而降水呈旱涝交替变化, 但平均值在气候平均之下。

4 结论和讨论

(1) 东北地区西部夏季气温、降水呈现显著的负相关关系, 具有夏季相对冷湿或暖干的气候类型, 与荒漠化地区气候具有某些共同特点。该区的夏季气温和降水关系具有明显的年代际阶段性变化。20 世纪 90 年代和 80 年代相比暖干趋势加强, 在这种气候条件下对荒漠化发展会起到促进作用。乾安县同邻近地区比较, 暖干的变化趋势最为突出, 这可能是导致乾安 90 年代荒漠化发展加快的重要原因之一。

(2) 乾安站月平均气温同蒸发量成显著的正相关关系, 而降水同蒸发量为负相关。同邻近测站相比, 夏季蒸发量 20 世纪 90 年代比 80 年代增加的最多。这里可能存在着较差的下垫面条件产生不良小气候环境, 而不良的小气候环境又反过来加剧下垫面条件变坏的恶性循环影响机制。对这种正反馈机制尚需做更深入的研究。

(3) 在未来的一段时期内, 乾安县夏季气温继续为上升趋势, 夏季降水在总体变少的趋势下, 呈短周期的多雨、少雨交替变化, 波动振幅加大, 旱涝出现的频率增加。在这种气候背景下, 对生态环境的影响是不利的, 如不采取措施, 也许会导致不可逆转的后果。所以, 根据乾安县的实际情况, 应采用科学、合理的方法加以治理, 促使该地区小气候条件及生态环境向好的方向转化。

参 考 文 献

- 1 符淙斌, 黄燕, 亚洲的全球变化问题, 气候与环境研究, 1996, 1 (2), 97~112.
- 2 廉毅, 高枫亭, 任红玲等, 吉林省西部荒漠化发展的陆地卫星遥感监测分析, 气象学报, 1999, 57 (6), 662~666.
- 3 戴光荣, 尚可政, 王式功等, 我国北方地区现代自然沙漠化进程的可能发展趋势, 中国的气候变化与气候影响研究, 北京: 气象出版社, 1997, 416~425.
- 4 周琳主编, 东北气候, 北京: 气象出版社, 1991, 28~55.
- 5 孙力, 安刚, 丁立等, 中国东北地区夏季降水异常的气候分析, 气象学报, 2000, 58 (1), 70~82.
- 6 严中伟, 杨赤, 近几十年中国极端变化格局, 气候与环境研究, 2000, 5 (3), 267~271.

The Climatic Changes Analysis of Qian'an in the Last 40 Years

An Gang, Sun Li, Lian Yi, and Shen Baizhu

(Institute of Meteorological Science of Jilin Province, Changchun 130062)

Abstract The correlation coefficients between summer temperature and precipitation have been calculated. The results show that the notable negative relationships exist in the West part of Northeast area in China. From the variation in decades, the warm-dry tendency in the nineties is obvious. The variation in Qian'an is the maximum. The variation tendency of summer temperature in Qian'an is rising steadily, and the precipitation is vicissitude.

Key words: summer temperature; precipitation; warm-dry tendency; climatic changes

著名地理学家章申先生逝世

中国科学院院士、欧亚科学院院士、中国科学院地学部常委、中国环境科学学会副理事长、中国科学院地理科学和资源研究所研究员、《气候与环境研究》副主编章申先生因病医治无效，于 2002 年 9 月 3 日 16 时 25 分在北京逝世，终年 69 岁。

章申先生 1933 年 10 月 24 日生于江苏常熟，1956 年毕业于南京农学院，1958 年 12 月至 1962 年 11 月在莫斯科大学学习生物地球化学，获得副博士学位。毕业回国后，开始在中国科学院地理研究所从事科研工作，长达 40 年。章申先生 1993 年当选为中国科学院院士，1995 年当选为国际欧亚科学院院士，1996 年当选为中国科学院地学部常委。

章申先生在地理科学、环境科学领域辛勤耕耘了 50 个春秋，是中国化学地理学的创始人，在微量元素地球化学、稀土元素生物地球化学等领域做出了卓越贡献，取得了令人瞩目的成就。

作为《气候与环境研究》的副主编，章申先生参与了刊物的创刊，并为刊物的编辑出版做了很多工作。

《气候与环境研究》编辑部