

文章编号: 1673-1719 (2007) 02-0091-04



# 北方农牧交错带中部区域气候变化特征

范锦龙<sup>1,2</sup>, 张艳<sup>1,2</sup>, 李贵才<sup>1,2</sup>

(1 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081;

2 中国气象局 国家卫星气象中心 中国气象局中国遥感卫星辐射测量和定标重点开放实验室, 北京 100081)

**摘要:** 分析北方农牧交错带中部区域 1951—2005 年温度、降水的变化特征, 结果表明, 研究区近 55 a 的气温和降水具有如下特征: 1) 增温明显, 气温变率为  $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , 不同季节增温幅度以冬、春、夏、秋依次递减; 2) 降水变化可分为 3 个阶段: 20 世纪 50—60 年代降水量呈减少趋势, 70—80 年代处于较平稳的过渡期, 90 年代以来降水量又呈现增加趋势。夏季降水与年降水变化趋势类似, 秋季与冬季降水波动较小, 基本保持平稳。研究区高温、干旱有所加强, 暴雨、低温事件减少。

**关键词:** 农牧交错带; 气候变化; 温度; 降水

**中图分类号:** P467/S162.3 **文献标识码:** A

## 引言

当前, 全球气候变化已成为国际社会关注的重要问题。IPCC 第三次评估报告指出, 近百年来, 全球平均气温上升了  $(0.6 \pm 0.2)^{\circ}\text{C}$ , 其中中国气温上升了  $0.5 \sim 0.8^{\circ}\text{C}$ , 比全球增温值略高<sup>[1]</sup>。中国西部, 特别是西北 (陕、甘、宁、新) 变暖的强度高于全国平均值<sup>[2-3]</sup>。近 50 a 来, 中国年平均气温升高的区域以北方为主, 东北北部、内蒙古及西部盆地气温已上升了  $4^{\circ}\text{C}$  以上, 升温速率达  $0.8^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ; 降水量增加最明显的是西部盆地, 增加速率达  $(10\% \sim 15\%) / 10\text{a}$ , 即这些地区近 50 a 降水量已经增加  $50\% \sim 75\%$ ; 而华北及东北南部降水量有减少趋势<sup>[4]</sup>。研究还表明, 我国的温度变化存在较大的时空差异<sup>[5]</sup>。北方农牧交错带的中部区域 (阴山北麓地区), 俗称内蒙古后山地区, 是我国典型的生态脆弱带及北方

重要的生态屏障。潘志华等<sup>[6]</sup>以此区域的武川县为例, 分析近 40 a 的气象资料, 发现其年平均气温呈上升趋势, 升温率为  $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ; 降水量呈减少趋势, 平均每年减少为  $2.7\text{mm}$ , 并认为若要全面反映整个农牧交错带的环境变化状况, 需对区域内所有旗县的环境变化状况进行分别研究并给出总体评价。本文将研究农牧交错带中部地区近 55 a 来的温度、降水变化特征, 为本地区的生态环境治理和农业生产合理布局提供科学依据。

## 1 研究区及数据说明

北方农牧交错带的中部区域 (阴山北麓地区), 地跨  $107^{\circ}12' \sim 117^{\circ}30'\text{E}$ ,  $40^{\circ}31' \sim 43^{\circ}28'\text{N}$ , 包括锡林郭勒盟、乌兰察布盟、呼和浩特市、包头市和巴彦淖尔盟的 12 个旗县。考虑到空间的连续性和

收稿日期: 2006-08-15; 修订日期: 2007-01-05

基金项目: 中国气象局气候变化专项 (CCSF2005-2-QH16); 中国科学院东亚区域气候—环境重点实验室开放课题资助

作者简介: 范锦龙 (1975—), 男, 副研究员, 主要从事遥感与地理信息系统应用研究。E-mail: fj1@nsmc.cma.gov.cn

完整性, 本文将研究区由阴山北麓地区传统上包括的12个县市扩大到15个县市, 即二连浩特、苏尼特右旗、四子王旗、镶黄旗、达茂旗、乌拉特中旗、化德、商都、察右后旗、察右中旗、固阳、武川、临河、五原、乌拉特前旗。该地区属我国中温带北部和半干旱偏旱气候区, 年均温 $1.5 \sim 3.7^{\circ}\text{C}$ , 年降水量最南部可达 $400 \text{ mm}$ , 大部分农区在 $250 \sim 300 \text{ mm}$ <sup>[7]</sup>。

本文选取了研究区及周边的15个气象基本站、基准站(图1), 这些气象站点的覆盖范围较研究区稍大, 可以充分利用周边气象站信息来弥补整个区域气象站点稀少的不足。利用从国家气象信息中心气象资料室获取的上述站点1951—2005年的日观测基本气候资料, 本文重点对温度与降水两个气象因子进行了处理和分析。

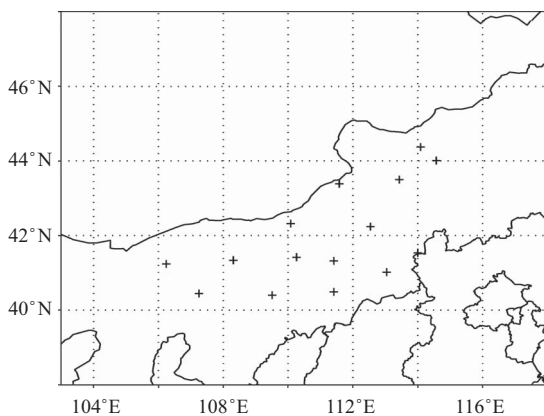


图1 研究区气象站点分布

Fig. 1 Meteorological station locations in study area

## 2 结果分析

### 2.1 温度变化

由研究区内15个站点平均的年气温距平序列(图2)可见, 55 a来农牧交错带中部区域平均温度有明显的增温趋势, 年平均温度距平的变化幅度为 $-2.0 \sim 2.3^{\circ}\text{C}$ 。1956年为历史最冷年, 年平均温度为 $3.1^{\circ}\text{C}$ ; 1998年为历史最暖年, 年平均温度达 $6.8^{\circ}\text{C}$ , 1998年也是近百年来最强的一次ENSO年。农牧交错带受大陆性气候和季风气候的共同影响, 其温度的年际变化非常显著。从温度的线性趋势可见, 近55 a平均气温升高约 $2^{\circ}\text{C}$ , 气温变率为 $0.4^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ 。5 a滑动平均变化表现为: 1955—1974年为冷期, 1975—1986

年为过渡期, 1987—2005年为持续暖期。年代际气温变化特征表现为20世纪50—90年代各年代平均温度逐渐增加, 依次为:  $4.2^{\circ}\text{C}$ 、 $4.3^{\circ}\text{C}$ 、 $4.7^{\circ}\text{C}$ 、 $5.0^{\circ}\text{C}$ 和 $5.6^{\circ}\text{C}$ 。可见, 近55 a北方农牧交错带温度不断升高, 表明该区域是对全球变暖的正响应区域, 且增温幅度大于全国同期的平均水平, 是一个对全球变化非常敏感的区域。

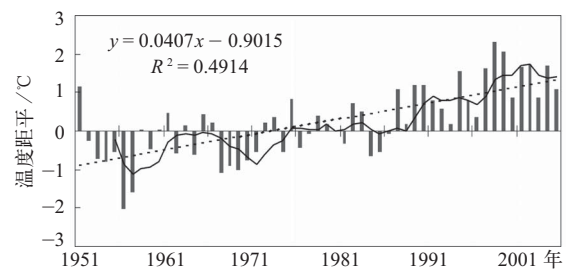


图2 研究区年平均温度距平时间序列

(曲线为5 a滑动平均线, 虚线为线性趋势线)

Fig. 2 The time series of the annual mean temperature anomaly in study area

图3显示了研究区4个季节55 a来平均温度的变化。4个季节中, 以冬季增温幅度最大, 平均为 $0.6^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ ; 春季增温次之, 平均为 $0.4^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ ; 夏季增温再次之, 平均为 $0.3^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ ; 秋季增温幅度最小, 平均为 $0.2^{\circ}\text{C}/10 \text{ a}$ 。图3还表明, 春季平均温度略高于秋季平均温度, 冬季气温的年际振荡和变化趋势与年平均气温变化较相似 ( $R=0.73$ ), 农牧交错带中部地区冬、夏季间温差正逐步变小。

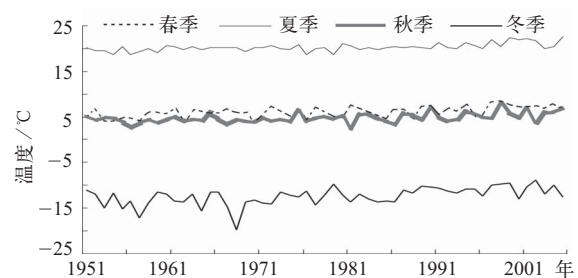


图3 研究区季节平均温度时间序列

Fig. 3 The time series of the seasonal mean temperature in study area

### 2.2 降水量变化

图4为研究区1951—2005年降水变化序列, 由5 a滑动平均曲线可见, 近50 a降水量变化大致可分

为3个阶段，20世纪50—60年代降水量出现减少的趋势，70—80年代降水量处于过渡期且70年代稍大于80年代，90年代降水量呈现出增加的趋势。50—90年代各年代平均的年降水总量分别为297.5 mm、239.3 mm、236.2 mm、226.2 mm和244.1 mm。总体而言，北方农牧交错带降水量略有减少，但其趋势不显著。

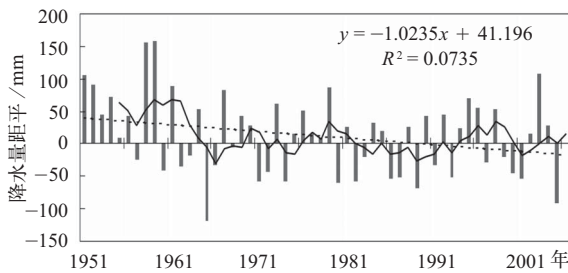


图4 研究区年降水量距平时间序列  
(曲线为5 a滑动平均线，虚线为线性趋势线)

Fig. 4 The time series of the annual precipitation anomaly

不同季节降水量的变化(图5)表明，夏季降水与年降水变化趋势相似( $R=0.9$ )，夏季降水对全年降水起决定性作用且波动较大；秋季降水较春季多，均有一定幅度的年际波动；冬季降水的变化不大且总量最低。

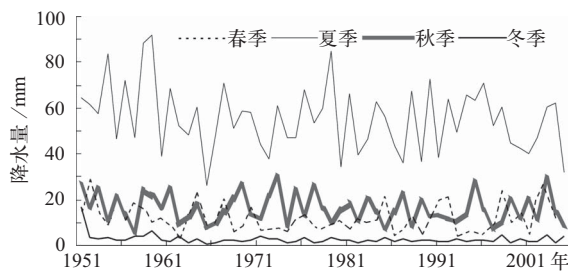


图5 研究区季节降水量时间序列

Fig. 5 The time series of the seasonal precipitation in study area

### 2.3 极端气候事件分析

气候变化的危害在很大程度上体现在极端事件频率的增加和强度的加大。从暴雨日数(日降水量 $\geq 50$  mm的天数<sup>[8]</sup>)和高温日数(本文定义气温 $\geq 30^\circ\text{C}$ 的天数)的变化(图6)来看，研究区的高温日数在20世纪90年代开始增加，对应着年平均温度的增加趋势。出现暴雨的频次略有减少，暴雨发生的

频次平均是每年1次，其变化与夏季降水量的变化特征相似。由干燥事件次数(时间长度 $\geq 10$  d的连续无降水事件<sup>[8]</sup>)和低温日数(本文定义日平均温度 $\leq -10^\circ\text{C}$ 的天数)(图7)的变化可见，研究区干燥事件的频次呈增加趋势，而低温日数有明显的年变化，异常低温事件有所减少。这些特征表明，研究区近55 a来，高温、干旱有所加强，暴雨、低温事件有所减少。

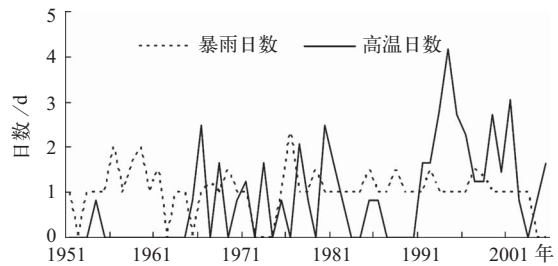


图6 研究区暴雨日数和高温日数的时间序列

Fig. 6 The time series of yearly torrential rain and high temperature days in study area

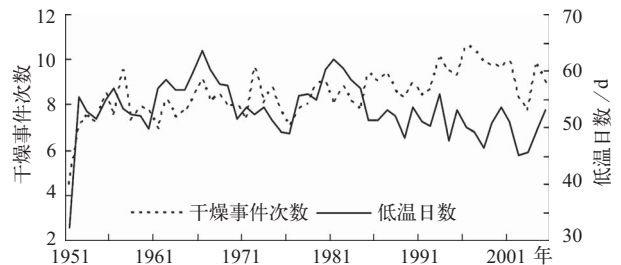


图7 干燥事件次数和低温日数的时间序列

Fig. 7 The time series of yearly dry events and low temperature days in study area

由于自然条件的变化及人类活动的干扰，农牧交错带的环境退化极为明显。气候变暖引起我国北方农牧交错带地区的高温 and 干旱事件增加，气候生产力下降，灾害频繁，生产不稳定，不利于农牧业的发展。为改善此现状，建议增加抗旱植物的种植、退耕还林，以减少对植被的破坏，使生态系统自我调节能力得到恢复和加强。

### 3 小结

本文对北方农牧交错带中部区域15个气象站1951—2005年的温度和降水资料进行了研究和分析，

得到如下初步结论:

(1) 研究区近55 a来呈现出明显的增温趋势,年代际增温更加明显,平均增幅 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。不同季节增温幅度以冬、春、夏、秋依次递减;

(2) 研究区近55 a来降水大致可分为3个阶段,50—60年代降水量出现减少的趋势,70—80年代处于过渡期,90年代以来降水量呈现出增加的趋势。夏季降水与年降水变化趋势相似,且对全年降水的变化起决定性作用,秋季与春季降水有一定幅度的年际波动,冬季降水变化的趋势不明显。

(3) 研究区的高温日数在90年代开始增加,暴雨日数略有减少,干燥事件的频次增加,而低温日数减少。气候变暖引起我国北方农牧交错带的高温、干旱等极端事件增多,不利于农业的发展。 ■

#### 参考文献

- [1] Houghton J T, Ding Y H, Griggs D G, *et al.* Climate Change 2001: The Scientific Basis [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001.
- [2] 王绍武, 董光荣. 中国西部环境特征及其演变 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 1—242.
- [3] 秦大河, 丁一汇, 王绍武, 等. 中国西部环境演变及其影响研究 [J]. 地学前缘, 2002, 9 (2): 321—328.
- [4] 秦大河, 丁一汇, 苏纪兰, 等. 中国气候与环境演变评估 (I): 中国气候与环境变化及未来趋势 [J]. 气候变化研究进展, 2005, 1 (1): 4—9.
- [5] 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来的温度变化 [J]. 气象, 1996, 20 (12): 19—26.
- [6] 潘志华, 安萍莉, 刘亚玲, 等. 北方农牧交错带生态系统自然环境变化研究—以武川县为例 [J]. 中国农业资源与区划, 2003, 24 (5): 37—41.
- [7] 郑大玮, 妥德宝. 内蒙古阴山北麓旱农区综合治理与增产配套技术 [M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2000.
- [8] 龚道溢, 韩晖. 华北农牧交错带夏季极端气候的趋势分析 [J]. 地理学报, 2004, 59 (2): 230—238.

## Climate Change in the Middle of Farming-grazing Zone of Northern China

Fan Jinlong<sup>1,2</sup>, Zhang Yan<sup>1,2</sup>, Li Guicai<sup>1,2</sup>

(1 Laboratory for Climate Studies, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China; 2 Key Laboratory of Radiometric Calibration and Validation for Environmental Satellites, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The middle of the farming-grazing zone of the northern China is a typical belt region with the ecological fragility, but is an important naturally and ecologically protective barrier for the North China Plain. This paper presents the results of the temperature and precipitation changes during 1951—2005 over this region. It is concluded that there was an increasing trend of the annual mean temperature at a growth rate of  $0.4^{\circ}\text{C}$  per ten years, and the increment in temperature was the highest in winter, followed by spring, summer and autumn. There was a decreasing trend of annual precipitation from 1950s to 1960s and an increasing trend from the 1990s to the present. Precipitation in summer showed a similar trend as the annual precipitation, and precipitation in autumn and winter no evident change trend. The extreme events have more frequently happened since the 1990s because the high temperature and dry weather continuously increased, which is detrimental to the development of agriculture in the study area.

**Key words:** farming-grazing zone; climate change; temperature; precipitation