

王朋岭,李多,柳艳菊,等. 2014. 2013 年秋季东北地区气候异常及成因分析. 气象, 40(4): 510-514.

2013 年秋季东北地区气候异常及成因分析^{* 1}

王朋岭^{1,2} 李 多¹ 柳艳菊¹ 刘秋锋¹

1 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081

2 中国科学院青藏高原环境变化与地表过程重点实验室, 北京 100101

提 要: 2013 年秋季, 东北地区气候异常特征总体表现为: 气温偏高, 降水总体偏多, 尤其 10 和 11 月降水持续异常偏多。分析表明, 西北太平洋中纬度地区暖海温外强迫和大气环流系统的组合异常是东北地区气候异常的主要原因。秋季北极涛动正位相特征显著, 东北地区上空为异常正高度距平控制, 环流异常形势不利于冷空气扩散南下影响东北地区, 造成秋季东北地区明显偏暖。秋季中后期, 东北地区降水偏多主要受西北太平洋中纬度地区异常偏强的东南风水汽输送影响。

关键词: 气候特征, 环流异常, 水汽输送, 成因分析, 东北地区

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2014. 04. 014

Study on Climate Anomaly and Possible Mechanism over the Northeast China in Autumn 2013

WANG Pengling^{1,2} LI Duo¹ LIU Yanju¹ LIU Qiufeng¹

1 Laboratory for Climate Studies, China Meteorological Administration, Beijing 100081

2 Key Laboratory of Tibetan Environment Changes and Land Surface Processes, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

Abstract: During the autumn of 2013, the surface air temperature was higher than normal and the precipitation amount was above normal in most part of the Northeast China, especially from October to November. The diagnosing results show that the external forcing of higher sea surface temperature in Northwest Pacific Ocean and atmospheric circulation features, may lead to the climatic anomaly in Northeast China. The abnormal circulation pattern with obviously positive phase of Arctic Oscillation, and positive anomaly of geopotential height over Northeast China is unfavorable for cold air to move southward causing higher air temperature in Northeast China for the season. Meanwhile, in mid-late Autumn, precipitation anomaly in the Northeast China is mainly influenced by the stronger southeasterly moisture transport from the western North Pacific Ocean.

Key words: climatic feature, circulation anomaly, moisture transport, causation analysis, the Northeast China

引 言

东北地区是我国纬度最高的地区, 属温带湿润、

半湿润大陆性季风气候(丁一汇等, 2013), 是中国重要的商品粮生产基地, 也是典型的气候脆弱区, 易受干旱、暴雨洪涝和暴雪等气象灾害的影响。已有大量观测事实和研究表明, 在全球变暖背景下, 近 50

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306026)和中国科学院青藏高原环境变化与地表过程重点实验室开放课题基金项目(TEL201206)共同资助

2014 年 1 月 7 日收稿; 2014 年 2 月 11 日收修定稿

第一作者: 王朋岭, 主要从事气候学和区域气候变化研究. Email: wangpl@cma. gov. cn

年东北地区地面气温显著上升,降水年际、年代际变化特征性明显,降水日数减少,高温日数略微增加,低温日数和寒潮次数显著减少,自然生态系统和社会经济格局发生明显改变(《东北区域气候变化评估报告》编写委员会,2013;Larson,2013;蔡菁菁等,2013;Piao et al,2010)。近期国内学者从海温、海冰外源强迫(武炳义等,2008;李超等,2012)和大气环流系统异常(贾丽伟等,2006;张杰等,2010;王会军等,2013)等方面开展研究,揭示东北地区气候变异时空规律及其成因机制,但已有研究多侧重于冬、夏两季(孙建奇等,2013;王晓芳等,2013),针对东北地区秋季气候异常的相关研究工作则相对薄弱。

2013年秋季(9—11月),东北地区气温异常偏高,降水总体偏多。东北农区大部初霜期正常略偏晚(韩荣青等,2010),土壤墒情适宜(马树庆等,2013),气候条件总体利于秋收作物产量形成和成熟晾晒,粮食产量创历史新高。本文拟基于实时、历史观测资料和再分析资料,利用气候统计和气候事件机理诊断分析等方法,针对2013年秋季东北地区气候异常特征及其可能成因进行分析,以期为提高东北地区季节尺度气候预测准确率、区域防灾减灾和气候变化应对提供参考依据(王朋岭等,2012;柳艳菊等,2013;王遵娅等,2013)。

1 资料和方法

本研究对东北地区空间范围的界定,结合中国气候区划方案(郑景云等,2013)和东北地区的区域气候特征,以及参考王遵娅等(2004)的方法,以 120°E 经线作为东北地区的分界线,包括黑龙江和吉林全部、辽宁大部 and 内蒙古东北部(图1)。本文从国家气象信息中心中国地面气候资料日值数据集(<http://cdc.cma.gov.cn/>)中选取东北地区95个地面气象站的日平均气温和日降水量资料,资料具体时段为1961年9月1日至2013年11月30日,且所采用日值气温和降水数据已经严格质量控制。再分析资料取自美国国家环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)联合制作的NCEP/NCAR逐日再分析资料(要素包括:位势高度、风场、垂直速度、温度和比湿场)(Kalnay et al,1996)。文中水汽收支采用张文君等(2007)的计算方法,整层积分由地表到300 hPa。

季节采用气象季节划分方法,即当年9月1日

至11月30日作为秋季。本文气候态统一使用1981—2010年资料平均值(Arguez et al,2010)。

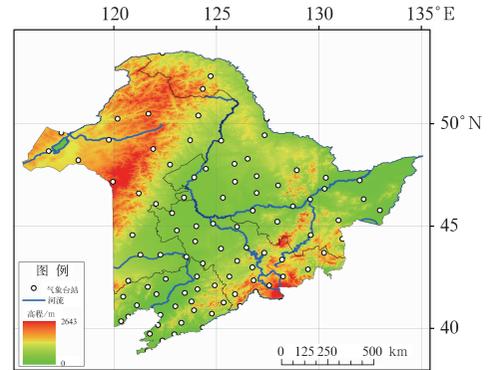


图1 东北地区空间范围与研究区95个气象站点空间分布
Fig. 1 The range of Northeast China and spatial distribution of 95 meteorological stations in the study area

2 2013年秋季东北地区气候特征

2013年秋季,东北地区平均气温为 6.4°C ,较常年同期(5.3°C)偏高 1.1°C ,与1994年秋季并列1961以来的同期第五高值,仅次于2004、1990、2005和2001年秋季(图略)。与常年同期相比,除辽宁局地气温接近常年外,东北大部地区气温偏高 $0.5\sim 2^{\circ}\text{C}$,其中黑龙江北部和内蒙古东北部局地偏高 2°C 以上(图2)。季内,东北地区平均气温阶段变化特征明显,前期(9月上旬至10月中旬)总体接近常年同期,略偏暖,但10月中旬之后气温持续异常偏高,10月下旬至11月下旬平均气温为1961年以来同期第二高值。

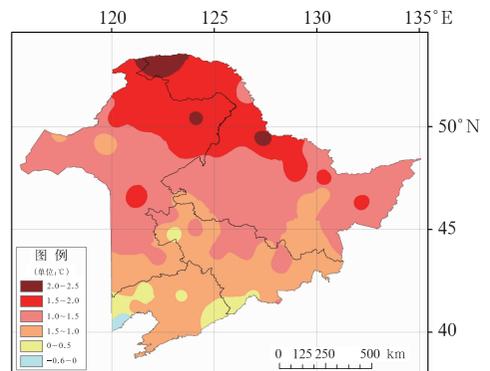


图2 2013年秋季东北地区气温距平
(单位: $^{\circ}\text{C}$)空间分布

Fig. 2 Distribution of temperature anomaly
(unit: $^{\circ}\text{C}$) over Northeast China in Autumn 2013

2013年秋季,东北地区平均降水量为120.4 mm,较常年同期(93.6 mm)偏多28.6%,为1995年以来同期次高值,仅次于2012年秋季。2013年秋季,东北大部地区累计降水量达50~200 mm,辽宁东南部和黑龙江东部局地累计降水量超过200 mm。降水量距平百分率的空间分布分析表明,除内蒙古局部地区与常年同期相比偏少外,东北大部地区降水量偏多2成至1倍,局地降水量偏多1倍以上(图3)。

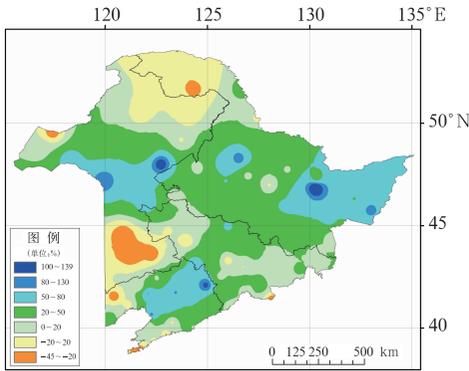


图3 2013年秋季东北地区降水量距平百分率(单位:%)空间分布

Fig. 3 Distribution of precipitation anomaly percentage (unit: %) over Northeast China in Autumn 2013

2013年秋季,东北地区降水时空分布不均。9月,东北地区平均降水量总体上接近常年同期,东北北部地区降水偏多;10月,东北大部地区降水偏多5成以上,仅北部局地降水偏少;11月,东北地区平均降水量为1961年以来的同期第二高值,仅次于2012年同期,且东北东部地区降水异常偏多。从秋季东北地区降水量的逐旬演变来看(图4),10

月上旬以来降水持续偏多,其中10月下旬、11月中旬和下旬均较常年同期偏多1倍以上;尤其11月中旬和下旬,东北地区中东部先后发生两次强降雪过程,局地遭受暴雪灾害。

3 东北地区气候异常成因分析

3.1 2013年秋季东北地区气温偏高的可能成因

大气环流异常是造成东北地区气候异常的直接原因。北极涛动(Arctic Oscillation, AO)作为冬半年北半球热带外行星尺度大气环流最重要的模态(Thompson et al, 1998),其与东北地区冬季气温变化呈显著的正相关关系(沈柏竹等,2012;王遵娅等,2013)。2013年秋季,AO整体以正位相特征为主,季节平均指数为0.61,是1979年以来的同期第三高值;尤其10月中旬之后AO上述正位相特征异常显著,利于高纬冷空气主要在极地盘踞,无大规模的强冷空气南下影响东北地区,从而造成东北地区气温偏高。且对1961—2013年秋季AO指数与同期东北地区平均气温序列的相关分析表明,两者相关系数达0.50,可通过 $\alpha=0.001$ 的显著性水平检验。进一步证实秋季AO与同期东北地区气温间的密切关系,2013年秋季AO正位相特征是造成同期东北地区气温偏高的主要原因。

分析同期500 hPa高度场及距平场表明,亚洲地区中高纬以纬向环流占优势,总体呈“北低南高”的异常分布特征;极区为显著的负高度异常控制,西伯利亚—贝加尔湖—鄂霍次克海—西北太平洋一带维持正高度距平,东北地区处于正距平控制区(图5)。对同期海平面气压距平场分析显示(图略),西伯利亚高压与阿留申低压均较常年同期偏弱,东亚—太平洋地区的海陆气压差减弱,东亚—北太平洋偶极型模态(Eastern Asian-Pacific Dipole, APD)负位相特征明显(赵平等,2006),东亚冬季风偏弱(施能等,1996)。上述环流异常形势不利于冷空气扩散南下影响东北地区,造成秋季东北地区明显偏暖。

海温、海冰等外强迫因子可以通过大气环流影响东北地区气温和降水年际、年代际变化(李超等,2012;王会军等,2013)。分析2013年夏、秋季海温

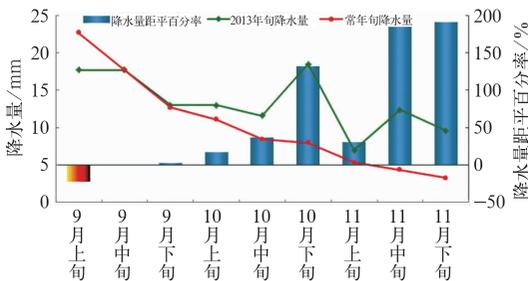


图4 2013年秋季东北地区降水量(单位:mm)和降水量距平百分率(单位:%)逐旬变化

Fig. 4 Dekadal variation of precipitation amount (unit: mm) and precipitation anomaly percentage (unit: %) over Northeast China in Autumn 2013

距平分布可以看出(图 6),尽管赤道太平洋海温无明显异常信号,但西北太平洋中纬度地区偏暖明显,尤其东北亚太平洋沿岸区海温异常偏高,且 6 月以来前述海域海温持续偏高。已有研究表明,前期西北太平洋海温偏高,有利于东北亚上空出现正高度距平,来自高纬度地区的偏北风减弱,利于东北地区气温偏高(李超等,2012)。

总之,在前期西北太平洋中纬度地区暖海温的外强迫因子作用下,2013 年秋季 AO 正位相特征显著,亚洲中高纬地区纬向型环流发展,东亚冬季风总体偏弱,大气环流系统的组合异常,造成秋季东北地区气温偏高。

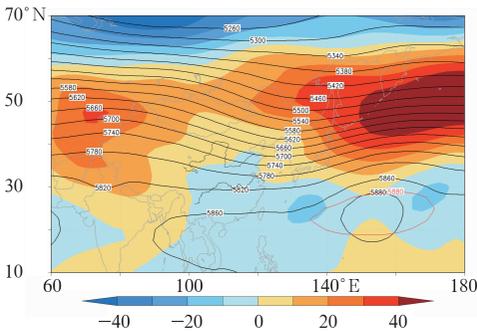


图 5 2013 年秋季 500 hPa 高度场(等值线)及距平场(阴影区)分布(单位:gpm)
Fig. 5 Distribution of seasonal mean geopotential height (contours) and its anomaly field (shaded areas) at 500 hPa in Autumn 2013 (unit: gpm)

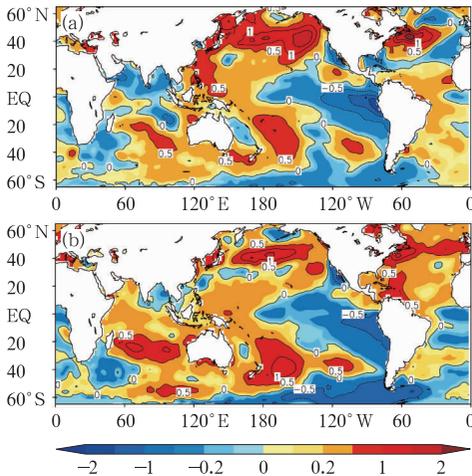


图 6 2013 年夏季(a)和秋季(b)海表温度距平(单位:°C)
Fig. 6 Seasonal mean sea surface temperature anomaly (unit: °C) in Summer (a) and Autumn (b) 2013

3.2 2013 年秋季东北地区降水偏多的可能成因

第 2 节对 2013 年秋季东北地区降水异常特征的分析表明,降水异常偏多的时段集中于秋季的中后期,因此,重点分析 10—11 月时段内东北地区降水偏多的可能原因。

图 7 给出同期对流层低层 850 hPa 风场距平分布,北太平洋为异常反气旋性环流,而在东北地区东侧的日本海上空为异常气旋性环流,两者之间在 50°N 附近为一致的偏东风异常;东亚和西北太平洋中纬度地区北风偏弱,表明东亚冬季风偏弱,利于海洋上暖湿水汽向西偏北方向输送到我国东北地区。秋季西北太平洋中纬度地区尤其东北亚太平洋沿岸区海温持续偏高(图 6b),必然导致海面蒸发加大,从而其上空水汽含量增多,加之东亚冬季风偏弱,进而形成从东侧和南侧向东北地区水汽输送的增加(王会军等,2013),有利于东北地区上空水汽含量增多进而有利于降水(降雪)偏多。

分析同期整层积分的水汽输送通量距平场可以看出(图 8),西北太平洋中高纬地区上空具有反气旋性的异常水汽输送,源自西北太平洋经日本海—鄂霍茨克海向东北地区的东南水汽输送异常偏强,在东北地区及俄罗斯外兴安岭地区形成异常的水汽辐合区,从而为东北地区雨雪偏多提供良好的水汽条件。同期水汽通量散度距平场上,水汽辐合异常中心位于东北地区上空,而在西北太平洋中纬度地区、日本海及鄂霍茨克海上空出现水汽异常辐散中心,表明上述 3 个地区是水汽的主要源区。以上分析可见,来自西北太平洋的偏强东南水汽输送为东北地区降水异常偏多提供物质条件。

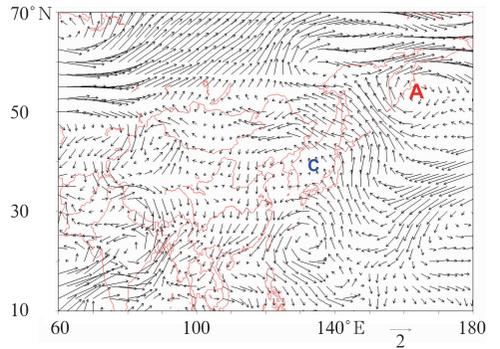


图 7 2013 年 10—11 月 850 hPa 风场距平(单位:m · s⁻¹)
Fig. 7 Distribution of 850 hPa wind anomaly (unit: m · s⁻¹) from October to November 2013

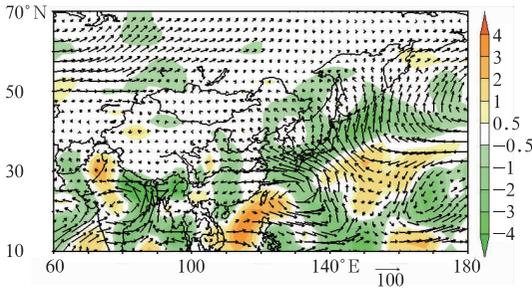


图8 2013年10—11月整层积分的水汽输送通量距平(单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)和水汽通量散度距平(阴影区,单位: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

Fig. 8 Moisture flux transport anomaly (vector, unit: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) and divergence of moisture flux transport anomaly (shaded areas, unit: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) vertically integrated from surface to 300 hPa height from October to November 2013

4 结论

(1)2013年秋季,东北地区气温明显偏高,10月中旬之后偏暖异常显著。秋季东北地区降水总体偏多,尤其10和11月降水持续异常偏多。

(2)夏、秋季西北太平洋中纬度地区暖海温的外强迫背景下,秋季北极涛动正位相特征显著、亚洲中高纬地区纬向型环流发展,不利于冷空气扩散南下影响东北地区,导致秋季东北地区明显偏暖。

(3)2013年秋季中后期,东北亚太平洋沿岸区海温异常偏高,冬季风偏弱,西北太平洋中纬度地区东南风异常偏强,有利于海洋上空暖湿气流向东北地区输送,造成东北地区降水(雪)偏多。

致谢:本文气温和降水观测资料源自国家气象信息中心。

参考文献

- 蔡菁菁,王春乙,张继权. 2013. 东北地区玉米不同生长阶段干旱冷害危险性评价. 气象学报, 71(5):976-986.
- 丁一汇,王绍武,郑景云,等. 2013. 中国气候. 北京:科学出版社,392-418.
- 《东北区域气候变化评估报告》编写委员会. 2013. 东北区域气候变化评估报告决策者摘要及执行摘要 2012. 北京:气象出版社,92.
- 韩荣青,李维京,艾婉秀,等. 2010. 中国北方初霜冻日期变化及其对农业的影响. 地理学报, 65(5):525-532.
- 贾丽伟,李维京,陈德亮,等. 2006. 东北地区降水与大气环流关系. 应

用气象学报, 17(5):557-566.

- 李超,张庆云. 2012. 冬季1月东北地区气温异常和前兆信号. 科学通报, 57(31):3000.
- 柳艳菊,王艳姣,司东,等. 2013. 2012年秋季我国气候异常及成因分析. 气象, 39(4):526-530.
- 马树庆,陈剑,韩智平,等. 2013. 东北地区玉米整地、播种和收获气象适宜度评价模型. 气象, 39(6):782-788.
- 沈柏竹,廉毅,张世轩,等. 2012. 北极涛动、极涡活动异常对北半球欧亚大陆冬季气温的影响. 气候变化研究进展, 8(6):434-439.
- 施能,鲁建军,朱乾根. 1996. 东亚冬、夏季风100年强度指数及其气候变化. 南京气象学院学报, 19(2):168-177.
- 孙建奇,敖娟. 2013. 中国冬季降水和极端降水对变暖的响应. 科学通报, 58(8):674-679.
- 王会军,贺圣平. 2013. 我国东北冬季降雪的年代际增多及其与冬季风减弱的关系. 科学通报, 58(8):629-633.
- 王朋岭,周兵,韩荣青,等. 2012. 2011年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响. 气象, 38(4):472-479.
- 王晓芳,何金海,廉毅. 2013. 前期西太平洋暖池热含量异常对中国东北地区夏季降水的影响. 气象学报, 71(2):305-317.
- 王遵娅,丁一汇. 2004. 近50年来中国气候变化特征的再分析. 气象学报, 62(2):228-236.
- 王遵娅,周兵,王艳姣,等. 2013. 2013年春季我国气候异常特征及其可能原因. 气象, 39(10):1374-1378.
- 武炳义,张人禾, Rosanne D A. 2008. 北极偶极子异常与中国东北夏季降水. 科学通报, 53(12):1422-1428.
- 张杰,钱维宏,丁婷. 2010. 东北地区5—9月降水特征和趋势分析. 气象, 36(8):1-7.
- 张文君,周天军,宇如聪. 2007. 中国东部水分收支的初步分析. 大气科学, 31(2):330-345.
- 赵平,张人禾. 2006. 东亚—北太平洋偶极型气压场及其与东亚季风年际变化的关系. 大气科学, 30(2):307-316.
- 郑景云,卞娟娟,葛全胜,等. 2013. 1981~2010年中国气候区划. 科学通报, 58(30):3088-3099.
- Arguez A, Vose R S. 2010. The definition of the standard WMO climate normal: The key to deriving alternative climate normals. Bull Amer Meteor Soc, 92(6):699-704.
- Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. Bull Amer Meteor Soc, 77(3):437-471.
- Larson C. 2013. Losing arable land, China faces stark choice: Adapt or go hungry. Science, 339(6120):644-645.
- Piao S L, Ciais P, Huang Y, et al. 2010. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. Nature, 467(7311):43-51.
- Thompson D W J, Wallace J M. 1998. The Arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. Geophys Res Lett, 25(9):1297-1300.