

文章编号: 1000-2022(2004) 02-0145-08

## 秋季黑潮海温与东亚冬季风的相关联系

李忠贤, 孙照渤

(南京气象学院 气象灾害和环境变化重点实验室, 江苏 南京 210044)

**摘要:** 分析了秋季黑潮区域海表温度异常与东亚冬季风以及我国冬季气候的关系。结果表明: 秋季黑潮区域海温与东亚冬季风指数有明显的正相关关系。当秋季黑潮区域海温偏高时, 当年的东亚冬季风指数也偏高, 即东亚冬季风偏强; 反之, 则当秋季黑潮区域海温偏低时, 当年的东亚冬季风指数也偏低, 即东亚冬季风偏弱; 秋季黑潮海温升高, 我国东北和华北地区气温上升, 其他地区冬季气温降低, 华南地区降温幅度最大。江淮流域及华南地区降水量明显减少。

**关键词:** 黑潮海温异常; 冬季气温; 冬季降水; 东亚冬季风

**中图分类号:** P434.4      **文献标识码:** A

黑潮是太平洋一支强大的西边界暖流, 是北太平洋赤道洋流的延续, 主要流经我国的台湾省及日本群岛东部海域。黑潮与墨西哥湾流齐名为世界瞩目的两支强边界流, 具有流速强、流量大、高温高盐等特点<sup>[1]</sup>。王绍武等<sup>[2]</sup>指出黑潮是最活跃的一支暖流, 它与东亚环流及我国气候关系也最密切。当黑潮海温异常高时, 东亚大槽强度偏弱; 而当黑潮海温异常低时, 东亚大槽强度明显偏强。20 世纪 70 年代, 我国气象工作者<sup>[3]</sup>研究了海温与我国的旱涝关系, 指出黑潮海温与我国东部地区汛期降水有较好的相关性。潘华盛等<sup>[4]</sup>研究表明黑潮海域冬季与春季的连续加热, 对东北地区夏季温度影响很大, 尤其是冬季更明显。陈佩燕等<sup>[5]</sup>指出黑潮区域冬季海温与我国东部地区冬季温度异常存在着密切的关系, 两者相关系数达到 0.755。陈兴芳等<sup>[6]</sup>分析表明当冬春黑潮加强时, 初夏欧洲高压脊和东亚阻高发展, 亚洲西部为低槽区, 我国南方和沿海地区高度场偏高, 在此环流形势下冷空气势力较强, 副高位置正常偏北, 有利于我国北方或长江流域降水, 反之亦然。徐海明<sup>[7]</sup>研究表明, 华南夏季降水与前期冬季 1 月的黑潮海温存在显著的负相关, 冬季 1 月黑潮异常增暖有利于华南夏季干旱的产生, 而异常偏冷则有利于洪涝的产生。朱伟军等<sup>[8-9]</sup>研究黑潮海温异常对北太平洋风暴轴的影响, 结果表明黑潮区域海温主要影响冬季北太平洋风暴轴入口区和斜压性, 激发或加强 500 hPa 高度场上的 WP 遥相关型, 主要影响冬季北半球风暴轴在入口区的强度变化和南北位移。李崇银等<sup>[10]</sup>利用 IAP-GCM 就冬季黑潮 SST 正异常对我国东部汛期降水的影响进行了数值模拟研究, 结果表明: 冬季黑潮 SST 正异常使华北及东北地区汛期降水量偏多。王黎娟等<sup>[11]</sup>通过数值试验研究表明,

收稿日期: 2003-05-20; 改回日期: 2003-09-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40175023)

作者简介: 李忠贤(1979-), 男, 福建仙游人, 博士生。

季节转换时期(4—6月)黑潮地区海温正异常,将导致西太平洋副高位置偏南,强度偏强,南海大部分地区还处于副高南侧的偏东气流之下,阻碍南半球赤道气流的东伸北抬,导致南海夏季风建立较晚,强度偏弱,江淮流域偏涝;反之亦然。秋季黑潮区域海表温度与东亚冬季风的关系方面,目前研究的较少。Bjerknes<sup>[12]</sup>认为海洋影响大气是长期的关系,具有明显的滞后性。因此,研究秋季黑潮区域海表温度异常与东亚冬季风的关系,对于研究东亚冬季风的爆发及强弱有一定的意义。本文旨在研究秋季黑潮区域海表温度异常与东亚冬季风以及我国冬季气候的关系。

## 1 资料和方法

所用的资料有:1)国家气象中心提供的全国160个站(1951年1月—1999年12月)逐月降水资料;2)NCEP/NCAR提供的1949年1月—1999年12月再分析月平均海平面气压场、500 hPa高度场和850 hPa风场(2.5°×2.5°网格);3)NOAA提供的1854年1月—2002年11月延长重构的月平均海表温度场资料(2°×2°网格),取其中1948年1月到2000年12月。

本文中黑潮区域的范围取为(122~150°E, 22~36°N),秋季指9月至11月3个月平均值,冬季为当年12月至次年2月3个月的平均值。黑潮区域内各点SST的平均值定义为黑潮海温指数。本文采用施能等<sup>[13]</sup>给出的东亚冬季风强度指数的定义,首先对160°E和110°E的气压进行标准化,然后用110°E减去160°E的气压,并对20~50°N求和,再进行一次标准化即得到东亚冬季风强度指数。

文中所用到的方法为相关分析、合成分析方法、*t*检验方法。

## 2 秋季黑潮区域海表温度与东亚冬季风指数之间的关系

图1给出了秋季北太平洋海温与东亚冬季风指数的相关系数分布。图上显示,在西太平洋地区为大范围的正相关区,在中东太平洋则是负相关区。表明东亚冬季风指数与前期秋季西太平洋海温有较好的正相关关系,尤其是在黑潮区域附近,相关较为明显,其中心值可达到0.3

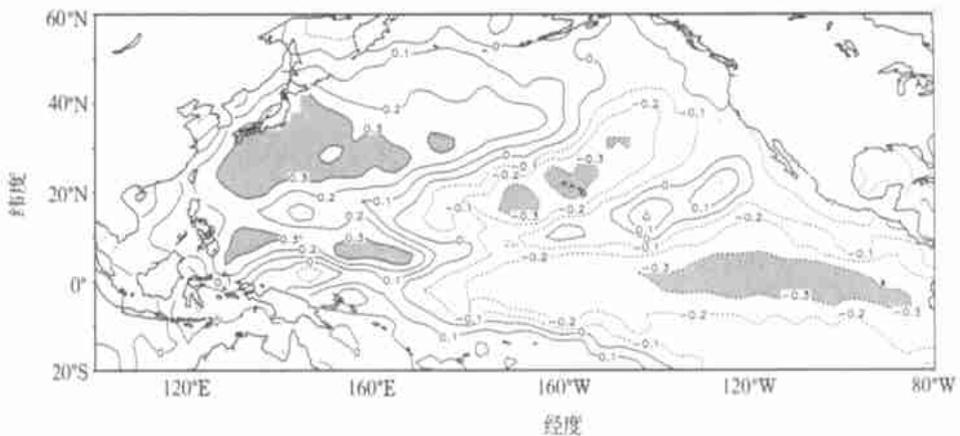


图1 1948—1999年秋季黑潮海温与东亚冬季风指数的相关系数  
(阴影区表示通过0.05的显著性检验)

Fig. 1 Correlation coefficients of autumn Kuroshio SSTAs and indices of East Asian winter monsoon

(Areas where the correlation is significant at a significance level greater than 0.05 are shaded)

以上, 通过 0.05 的显著性检验, 说明前期秋季黑潮区域海温与东亚冬季风有一定的联系。

图 2 是 1948—1999 年秋季黑潮海温与当年东亚冬季风指数标准化距平变化曲线, 从图上可以看出, 两者均具有很明显的年际变化特征, 而且变化趋势基本一致, 两者之间的相关系数为 0.412 7, 通过 0.01 的显著性检验。这表明, 当秋季黑潮区域海温偏高时, 当年的东亚冬季风指数也偏高, 即东亚冬季风偏强; 反之, 则当秋季黑潮区域海温偏低时, 当年的东亚冬季风指数也偏低, 即东亚冬季风偏弱。

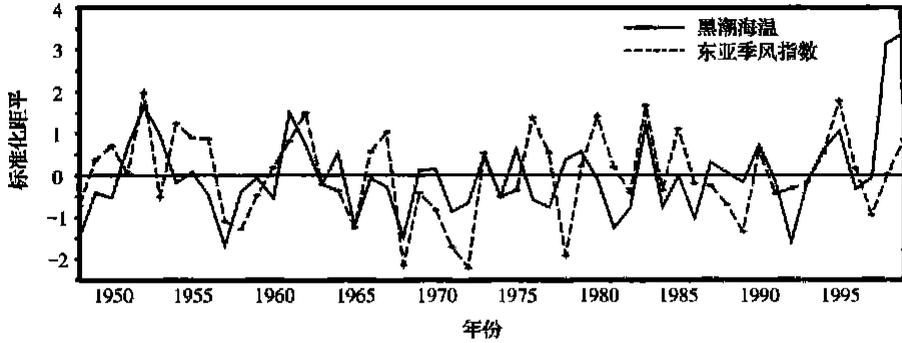


图 2 秋季黑潮海温与东亚冬季风指数标准化距平

Fig. 2 Normalized anomalies of autumn Kuroshio SSTA and the indice of East Asian winter monsoon

### 3 秋季黑潮海温与冬季大气环流的关系

#### 3.1 秋季黑潮海温与冬季北半球海平面气压场(SLP)的关系

从秋季黑潮海温序列中挑出其标准化值大于 1.0 的年份(1952、1961、1983、1995、1998、1999 年共 6 a)作为黑潮海温的高值年, 其标准化值小于 -1.0 的年份(1948、1957、1965、1968、1981、1986、1992 年共 7 a)作为黑潮海温的低值年。图 3 给出了秋季黑潮海温高低值年份对应冬季北半球 SLP 的距平合成以及差值和  $t$  检验分布。在秋季黑潮海温高值年(图 3a), 蒙古高压位置和鄂霍次克海附近的距平为一正值区, 而在西北太平洋地区则为大范围的负值区。即表明秋季海温升高时, 冬季蒙古高压将加强, 而阿留申低压将加深南移, 使得冬季海陆气压差异加大, 有利于东亚强冬季风的发生。而在秋季黑潮海温低值年(图 3b), 则刚好相反, 原来在蒙古高压位置和鄂霍次克海附近的距平正值区变成了负值区, 而在西北太平洋地区则为大范围的正值区。即表明秋季海温降低时, 冬季蒙古高压将减弱, 阿留申低压也将减弱, 使得冬季海陆气压差异减小, 不利于东亚强冬季风的发生。其差值分布图(图 3c)上同样可以看到, 秋季黑潮海温的升高有利于冬季蒙古高压的加强和阿留申低压的加深, 从而导致强东亚冬季风的发生。且  $t$  检验分布表明, 上述变压中心均通过 0.02 的显著性检验, 具有较高的统计显著性特征。

#### 3.2 秋季黑潮海温与冬季 500 hPa 位势高度场的关系

图 4 给出了秋季黑潮海温高低值年份对应冬季 500 hPa 位势高度场的距平合成及其差值和  $t$  检验分布。在秋季黑潮海温高值年(图 4a), 西北太平洋地区、北美和西欧上空有负的高度距平, 而欧亚大陆、中纬度东太平洋及北大西洋地区有正的高度距平, 使得冬季东亚大槽北部有所减弱、南部加深, 青藏高原北部上空的脊加强, 有利于东亚冬季风的加强, 而且使得影响我

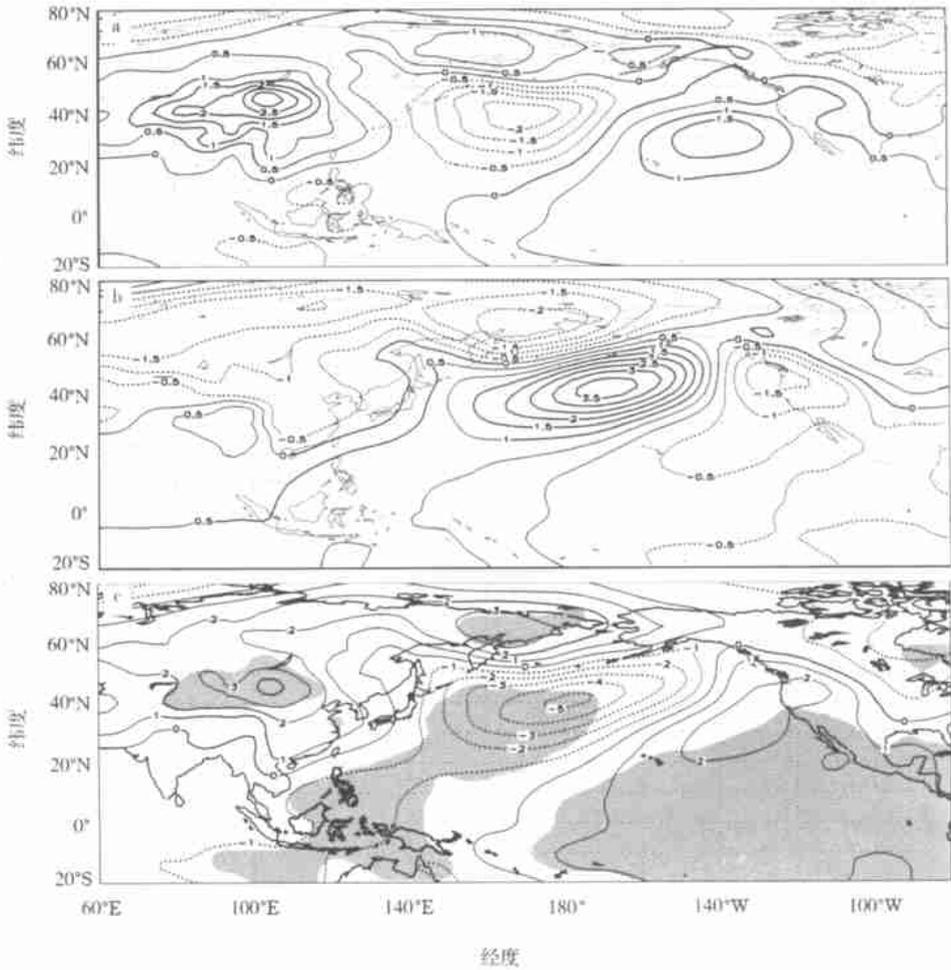


图 3 1948—1999 年秋季黑潮海温高值年(a)、低值年(b)对应冬季的 SLP 的距平合成及其差值(c; 高值年减低值年)  
(图 3c 阴影区为通过 0.02 的显著性  $t$  检验)

Fig. 3 Composite anomalous SLP fields of winter in the higher (a) and lower (b) autumn Kuroshio SST A years, their differences and  $t$ -test distribution (c)

(Areas where the differences are significant at a significance level greater than 0.02 are shaded)

国东北地区的冷空气有所减弱, 而日本附近和华南地区加强。反之, 秋季黑潮海温低值年(图 4b), 上述区域的距平基本反向, 使得冬季东亚大槽北部加深、南部减弱, 青藏高原北部上空的脊也出现减弱, 表明东亚冬季风将减弱, 而影响我国东北地区的冷空气有所加强, 而影响日本附近和华南地区的冷空气将减弱。从其差值和  $t$  检验分布(图 4c)上, 同样可以得到上述结论。

### 3.3 秋季黑潮海温与冬季 850 hPa 风场的关系

图 5 给出了秋季黑潮海温高低值年份对应冬季 850 hPa 水平风场的距平合成及其差值流线分布。在秋季黑潮海温高值年(图 5a), 蒙古地区出现反气旋式风场距平, 西太平洋地区和南海南部出现气旋式风场距平, 东亚地区的风场距平基本上为偏北风, 说明东亚冬季风加强。反之, 在秋季黑潮海温低值年(图 5b), 原来在蒙古地区反气旋式风场距平变成气旋式风场距平, 而西太平洋地区出现一个大的反气旋式风场距平, 南海南部的风场距平也变成了反气旋式。这

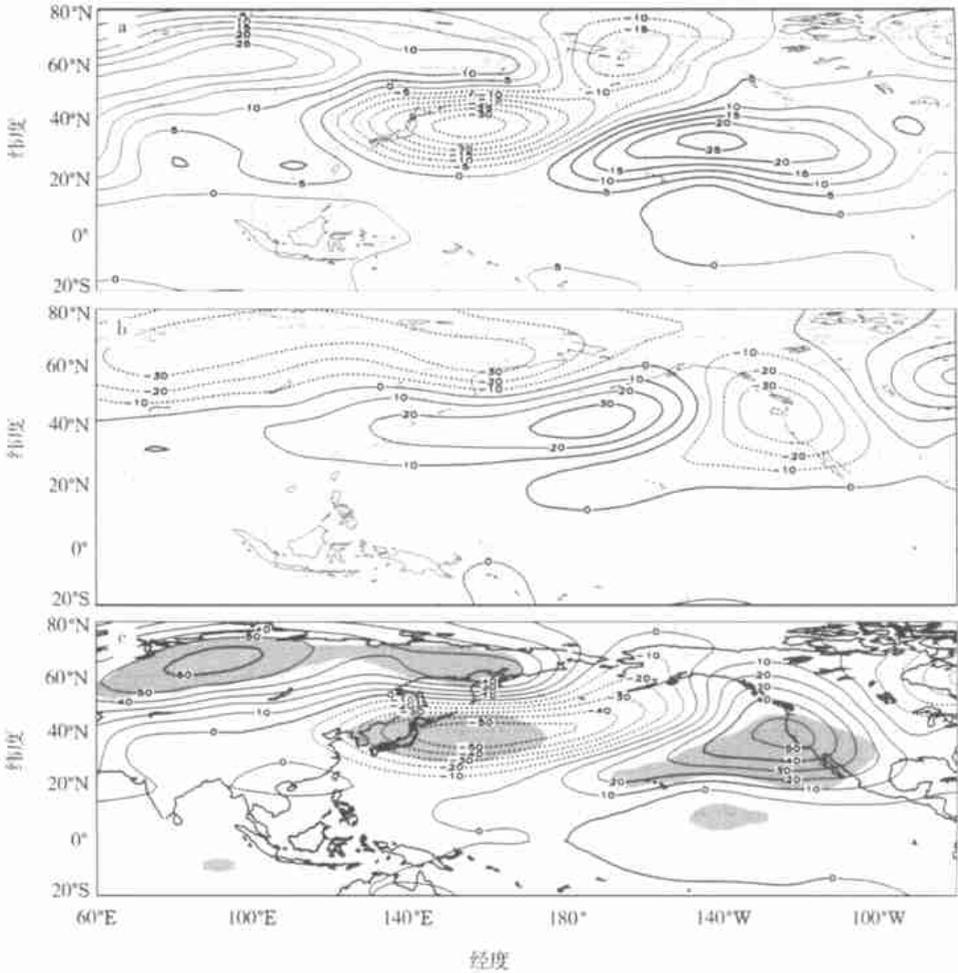


图 4 1948—1999 年秋季黑潮海温高值年(a), 低值年(b) 对应冬季的 500 hPa 位势高度场距平合成及其差值(c; 高值年减低值年) (图 4c 阴影区为通过 0.02 的显著性  $t$  检验)

Fig. 4 Composite anomalous 500 hPa height fields of winter in the higher (a) and lower (b) autumn Kuroshio SST A years, their differences and  $t$ -test distribution (c)

(Areas where the differences are significant at a significance level greater than 0.02 are shaded)

样的风场距平分布, 使得东亚地区的风场距平基本上为偏南风, 说明东亚冬季风减弱。从其风场差值分布图(图 5c) 上可以得到类似的结论, 而且东亚地区的偏北风异常具有明显的统计显著性特征, 表明秋季黑潮海温升高, 东亚地区的 850 hPa 水平风场距平为偏北风, 即东亚冬季风加强。

## 4 秋季黑潮海温与我国冬季气温和降水的关系

### 4.1 秋季黑潮海温与我国冬季气温的关系

图 6 给出了秋季黑潮海温高低值年份对应中国 160 个站冬季气温的差值分布。从图上可以看出, 我国东北和华北地区气温上升, 其他地区冬季气温降低, 华南地区降温幅度最大。表明秋季黑潮海温升高, 我国华南地区冬季将出现大范围的降温, 而东北地区冬季气温有所上升。

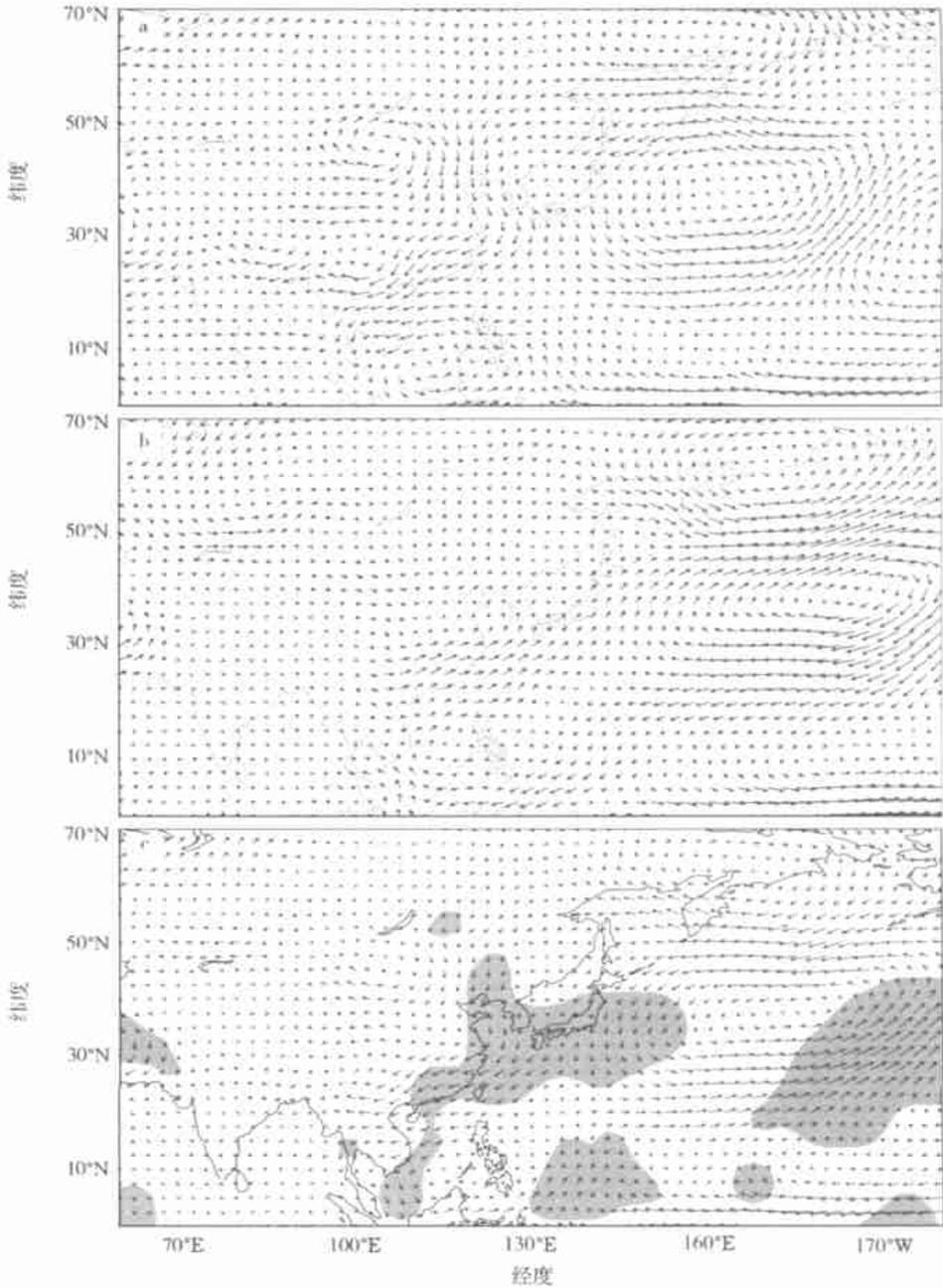


图 5 秋季黑潮海温高值年(a), 低值年(b) 对应冬季的 850 hPa 水平风场的距平合成流线及其差值(c; 高值年减低值年) (图 5c 阴影区为通过 0.02 的显著性  $t$  检验)

Fig. 5 Composite 850 hPa anomalous flow fields of winter in the higher (a) and lower (b) autumn Kuroshio SST A years, their differences and  $t$ -test distribution (c)

(Areas where the differences are significant at a significance level greater than 0.02 are shaded)

其原因是: 我国东北和华北地区受从北太平洋吹过来的暖湿气流的影响, 使该地区的冷空气强度有所下降, 冬季温度上升, 而华中和华南地区受高纬度东西伯利亚下来的东北风异常影响,

到达上述地区的冷空气强度加强, 导致我国南方地区的气温明显下降。

#### 4.2 秋季黑潮海温与我国冬季降水的关系

图 7 给出了秋季黑潮海温高低值年份对应中国冬季降水的差值。如图所示, 我国大部份地区的降水差异表现为负值区, 尤其在江淮流域及华南地区负值较大, 相对于平均状态, 最多降水量下降了 18 mm。即当秋季黑潮海温升高时, 我国大部份地区的冬季降水量将减少, 特别是江淮流域及华南地区最为明显。其原因可能是, 秋季黑潮海温升高, 引起东亚冬季风偏强, 使得南方地区主要受中高纬度吹来的干冷空气的影响, 以至冬季降水明显减少。

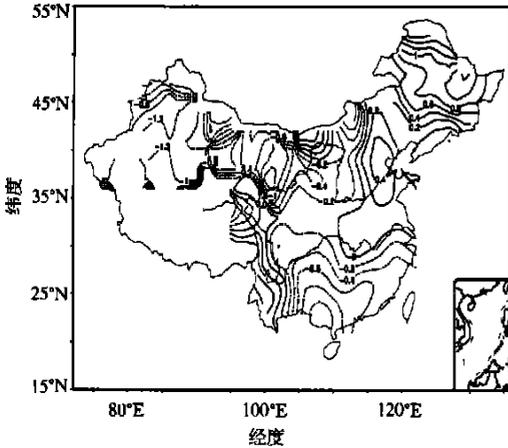


图 6 秋季黑潮海温高低值年对应的中国 160 个站冬季气温的差值(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 6 Winter temperature differences in China of the higher and lower autumn Kuroshio SST A years(units:  $^{\circ}\text{C}$ )

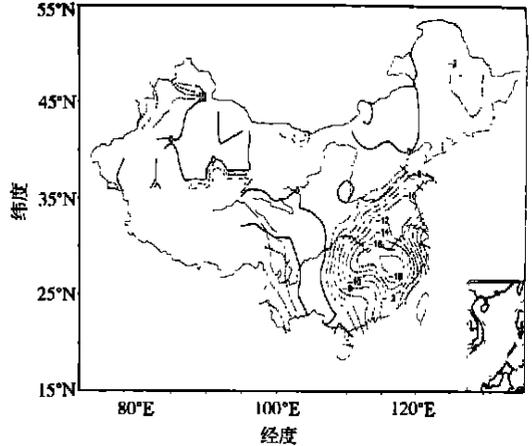


图 7 秋季黑潮海温高低值年对应的中国 160 个站冬季降水的差值(单位: mm)

Fig. 7 Winter rainfall differences in China of the higher and lower autumn Kuroshio SST A years(units: mm)

## 5 结 论

(1) 秋季黑潮区域海温与东亚冬季风指数有明显的正相关关系。当秋季黑潮区域海温偏高时, 当年的东亚冬季风指数也偏高, 即东亚冬季风偏强; 反之, 则当秋季黑潮区域海温偏低时, 当年的东亚冬季风指数也偏低, 即东亚冬季风偏弱。

(2) 秋季海温升高时, 冬季海平面气压场上蒙古高压将加强, 而阿留申低压将加深南移, 使得冬季海陆气压差异加大; 500 hPa 位势高度场上冬季东亚大槽北部有所减弱、南部加深, 青藏高原北部上空的脊加强; 850 hPa 风场上蒙古地区出现反气旋式风场距平, 西太平洋地区和南海南部出现气旋式风场距平, 东亚地区的风场距平基本上为偏北风, 东亚冬季风加强。反之亦然。

(3) 秋季黑潮海温升高, 我国东北和华北地区冬季气温上升, 其他地区冬季气温降低, 华南地区降温幅度最大。江淮流域及华南地区降水量明显减少。

## 参考文献:

- [1] 王 颖. 中国海洋地理[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [2] 王绍武, 赵宗慈, 陈振华, 等. 冬半年海洋与大气的相互作用[J]. 海洋学报, 1980, 2(2): 27-39.
- [3] 长期天气预报组. 冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响[C]. 中国科学院大气物理研究所集刊(第 6 号). 北

京: 科学出版社, 1978: 1-12.

- [ 4 ] 潘华盛, 魏松林. 冬季黑潮加热对东北区夏季(6—8月)温度关系的初步分析[J]. 海洋学报, 1981, 3(2): 211-217.
- [ 5 ] 陈佩燕, 倪允琪, 殷永红. 近 50 年全球海温异常对我国东部地区冬季温度异常影响的诊断研究[J]. 热带气象学报, 2001, 17(4): 371-380.
- [ 6 ] 陈兴芳, 宋文玲. 初夏降水的大气环流和海温特征分析及其预报[C]//长期天气预报理论和方法的研究课题组. “八五”长期天气预报理论和方法的研究. 北京: 气象出版社, 1996: 101-107.
- [ 7 ] 徐海明. 华南夏季降水与全球海温的关系[J]. 南京气象学院学报, 1997, 20(3): 392-399.
- [ 8 ] 朱伟军, 孙照渤. 冬季黑潮区域海温异常对北太平洋风暴轴的影响[J]. 应用气象学报, 2000, 11(2): 145-153.
- [ 9 ] 朱伟军, 孙照渤. 冬季北太平洋风暴轴的年际变化及其与 500 hPa 高度场、热带和北太平洋海温的联系[J]. 气象学报, 2000, 58(3): 309-320.
- [ 10 ] 李崇银, 龙振夏. 冬季黑潮增暖对我国东部汛期降水影响的数值模拟研究[C]. 气候变化若干问题的研究. 北京: 科学出版社, 1992: 145-155.
- [ 11 ] 王黎娟, 何金海. 黑潮地区海温影响南海夏季风爆发日期的数值试验[J]. 南京气象学院学报, 2000, 23(2): 211-217.
- [ 12 ] Bjerknes J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific[J]. Mon Wea Rev, 1969(97): 163-172.
- [ 13 ] 施 能, 鲁建军, 朱乾根. 东亚冬、夏季风 100 年强度指数及其气候变化[J]. 南京气象学院学报, 1996, 19(2): 168-177.

## Relationship between Autumn Kuroshio SST and East Asian Winter Monsoon

LI Zhong-xian, SUN Zhao-bo

(Key Laboratory of Meteorological Disaster and Environmental Variation, NIM, Nanjing 210044, China)

**Abstract:** The relationship of autumn Kuroshio region SSTA with the East Asian winter monsoon and Chinese winter climate is analyzed. Results show that there is a closely relation between the autumn Kuroshio region SSTA and the East Asian winter monsoon index. In the higher (lower) Kuroshio SSTA years, the East Asian winter monsoon is stronger (weaker), the winter temperature increases (decreases) in north and northeast China, and decrease (increase) in the other places; the precipitation decreases (increases) in the Changjiang-Huaihe river valley and south China, especially in south China. The distribution of the 500 hPa height fields corresponding to the Kuroshio region SSTA displays a PNA- and EAP-type atmospheric teleconnection, and therefore the Kuroshio region SSTA might influence the up- and down-stream atmosphere through the teleconnection.

**Key words:** Kuroshio SSTA; winter rainfall; winter temperature; East Asian winter monsoon