

东亚-太平洋遥相关型波列对夏季 东北亚阻塞高压年际变化的影响

陆日宇 黄荣辉

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

摘 要 利用 1980~1988 年 9 年的观测资料, 分析了夏季东北亚阻塞高压的年际变化及其与江淮地区夏季降水之间的关系, 指出夏季东北亚阻塞高压具有十分明显的年际变化, 同时它与江淮地区夏季降水之间存在着较密切的关系: 当夏季东北亚阻塞高压频发时, 江淮地区降水偏多; 而当夏季东北亚阻塞高压维持日数少时, 江淮地区降水偏少, 为考察产生上述结果的原因, 我们分析了全球海温异常, 并利用合成的热带西太平洋海温异常模拟研究了热带西太平洋海温异常对东北亚阻塞高压形成和维持的影响。最后指出热带西太平洋海温异常引起的东亚-太平洋型遥相关波列是产生夏季东北亚阻塞高压的年际变化及其与江淮地区夏季降水之间关系的一个重要原因。

关键词 东亚-太平洋遥相关型 东北亚阻塞高压 海温异常

1 引言

作为一种典型的中高纬地区大气环流持续性异常, 阻塞高压的建立和崩溃伴随着纬向环流和经向环流之间的剧烈变化。因阻塞高压维持时间较长, 其时间尺度为一到数周, 且稳定少动, 所以往往会造成阻塞高压所处地区及其附近地区的持续性气候异常。此外, 阻塞高压的时间尺度正好为中期天气过程, 加上其异常的幅度大, 故对阻塞高压的研究还是中期预报的关键问题之一。正因为如此, 对阻塞高压的研究正得到越来越多的关注。

目前, 已从研究阻塞高压具体过程扩展到对长时间内阻塞高压发生的变化(如年代际变化)以及对数值模式的模拟能力进行研究^[1~3], 这些研究的目的是为了弄清阻塞高压的气候行为, 并改善模式对阻塞高压及其气候行为的模拟能力。

国外的研究侧重于冬季的阻塞高压, 对夏季欧亚大陆阻塞高压却极少涉及。研究表明^[4], 欧亚大陆阻塞高压有其独特性, 它在夏季的发生频率明显多于其他各季。并且, 夏季欧亚大陆的阻塞高压对我国东部地区的旱涝异常具有明显的作用, 如江淮地区 1991 年的大涝和 1994 年的大旱均与欧亚大陆阻塞高压的多寡有关。影响我国气候的重要因子中不仅有低纬度的影响, 中高纬度环流亦有很大的影响, 而其典型就是欧亚大陆阻塞高压。

近来, Wang^[5]分析了欧亚大陆阻塞高压对江淮地区梅雨和日本 Baiu 的影响。他将欧亚大陆阻塞高压按地域分为 3 类: 欧洲地区阻塞高压、叶尼塞河阻塞高压和东北亚阻

塞高压,发现在三者之中东北亚阻塞高压对我国江淮地区的梅雨和夏季降水具有最为显著的影响。因此,本文选择夏季东北亚的变化特征及其原因作为研究对象。

以往对具体的阻塞高压演变过程研究较多,对阻塞高压形成和维持的可能物理机制进行了许多研究。这些研究无疑可以使我们对阻塞过程有细致的认识,可以给我们提供对阻塞高压的建立和崩溃提供预报的基础。但随着研究的深入,人们开始意识到阻塞高压对短期气候异常具有明显的作用。因此,有必要对阻塞高压频繁出现时的环流背景进行研究,即在什么样的大尺度环流先行条件下阻塞高压能够易于形成并得到维持^[6,7]。

研究表明,热带海温的变化有可能为阻塞高压的频繁出现提供环流背景,进而可以对中高纬地区阻塞高压的建立和维持产生影响^[8,2]。事实上,热带海温对热带外环流的影响已经得到了广泛的研究。特别地,一些研究表明夏季西太平洋暖池的热力状况通过东亚-太平洋型(EAP型)遥相关波列对东亚地区的环流产生很大影响^[9~11]。通过这种波列,西太平洋暖池的热力状况可以改变东北亚地区及其南侧上空的环流。这种改变了的环流状况可能会对东北亚阻塞高压的形成和维持产生影响。因而热带海温异常可能是造成夏季东北亚阻塞高压的年际变化的原因。

在本文中,将对这种可能性进行研究。在第二节中我们将讨论1980~1988年9年中的夏季东北亚阻塞日数的年际变化,并给出阻塞日数多年的环流异常背景;在第三节中我们将讨论东北亚阻塞高压和江淮降水之间的关系;第四节中将利用数值模拟方法研究热带海温异常的影响;最后在第五节中给出总结。

2 夏季东北亚阻塞日数的年际变化

迄今为止,对阻塞高压的定义有许多种。目前来看,定义大致有两类,一类是利用风场,主要根据阻塞高压存在期间西风急流分支或高压前后的经向风差异来定义^[7,12,13];另一类是利用位势高度场的异常进行定义(文献[14~18],[4])。根据这两类定义都可以给出客观性的定义,可以利用计算机在大量的资料中去识别阻塞高压。因为位势高度异常较风速异常更具确定性,所以,第二类定义用得比第一类广泛,特别是在讨论北半球阻塞高压时。

我们这里采用孙墨国^[4]的阻高定义及其识别出的结果,他的阻高定义如下:

- (1) 要有高压中心存在;
- (2) 高压中心位于 $50^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{N}$;
- (3) 高压中心移动速度在1天内沿纬圈方向不超过 $7\sim 8$ 个经度;
- (4) 高压中心持续至少5天。

他将这些标准进行量化,整个量化过程考虑了阻塞高压的大尺度特征及其天气学特征。因而可以说识别效果是比较好的。下面我们就利用这些识别结果进行关于夏季东北亚阻塞高压的统计。

我们把夏季定义为6月1日至8月31日。东北亚地区指 $110^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{N}$ 的中高纬地区,即包括俄罗斯滨海地区和鄂霍次克海,这是根据孙墨国的统计结果而定义的。他的统计结果表明在夏季,整个北半球中阻塞日数最多的地区正好是这一地方。这也正说明了东北亚阻塞高压在夏季发生频率最多的独特性质。正因为如此,东北亚阻塞高压对我

国东部地区夏季气候异常产生重要影响。

图 1 为夏季东北亚阻塞高压维持日数的年际变化图。从中可以看出其变化幅度是相当大的。在 1980、1982、1983、1986 和 1987 年, 夏季 92 天中阻塞日数均超过 30 天, 而在 1981、1984 和 1985 年阻塞日数均低于 20 天, 其中 1985 年整个夏季中东北亚地区无一天阻塞日数。由此可见夏季东北亚阻塞高压的年际变化是显著的。我们把 1980、1982、1983、1986 和 1987 年定义为阻塞日数多年, 而把 1981、1984 和 1985 年定义为阻塞日数少年。有趣的是, 80 年代的两次厄尔尼诺年, 即 1982~1983 年以及 1986~1987 年, 均为夏季东北亚阻塞日数多年。

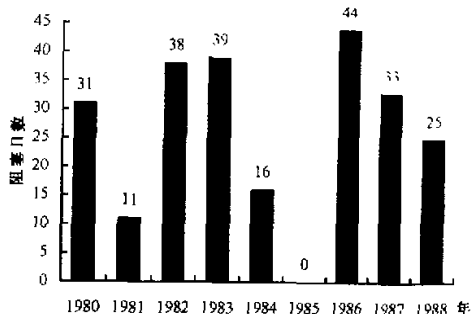


图 1 1980 年~1988 年 9 年中夏季东北亚阻塞高压维持日数的年际变化

下面我们将 5 个阻塞日数多年和 3 个阻塞日数少年进行合成分析。图 2 为合成的 500 hPa 位势高度场异常分布图。从中可以清楚地看到在阻塞日数多年 (图 2a), 在东北亚上空为正的位势高度异常, 在其东南侧, 即我国长江以北及东北地区、朝鲜半岛、日本直至白令海上空则为负位势高度异常, 而在江南为正异常。这种分布正好与热带西太平洋暖池为负海温异常时激发出的东亚-太平洋型遥相关波列非常相似。此时, 在乌拉尔地区为强大的负位势高度异常, 这说明在乌拉尔地区较少阻塞过程发生和维持。而在阻塞过程少年 (图 2b), 500 hPa 位势高度异常分布在上述所讨论的地区上完全相反。

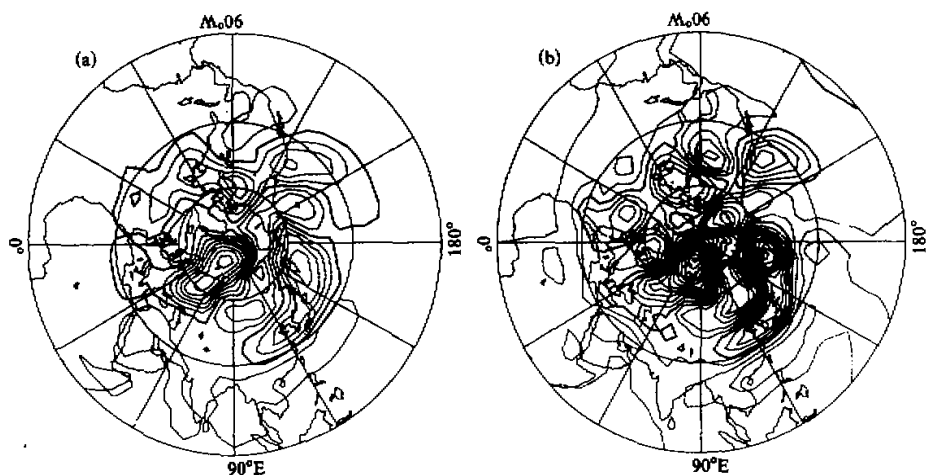


图 2 夏季东北亚阻塞日数多年 (a) 和阻塞日数少年 (b) 的 500 hPa 位势高度异常合成分布
等值线间隔为 10 gpm

这些异常分布表明夏季东北亚阻塞高压的发生和维持可能不是一种局地现象,它可能与其他的现象密切相关。在下面我们还要进一步讨论。

3 夏季东北亚阻塞高压和江淮地区降水的关系

在我国,气象学家们很早就发现夏季东北亚阻塞高压和江淮地区降水(或梅雨)有很大影响。陈汉耀^[19]分析了1954年江淮流域洪水时期的环流特征,指出东北亚阻塞高压使得东北亚急流分支,致使江淮地区降水持久。汤懋苍^[20]也指出东北亚阻塞高压出现时,在其相关的3条雨带中有两条分别出现在阻塞高压的南边和副热带高压的北部边缘附近,而且这两条雨带的位置变动有着某种一致性。近来,毕慕莹和丁一汇^[21],以及吴国雄等^[22]指出1980年夏季我国东部地区的气候异常与7、8月份时东北亚阻塞高压的稳定维持有关。

下面我们将进一步考察夏季东北亚阻塞高压和江淮地区降水之间的关系,并试图说明东北亚阻塞高压和副热带高压之间的联系。图3给出了江淮地区1980年到1988年的夏季降水量的年际变化。这里江淮地区定义为:30~34°N, 110°E以东地区,其中共有14个测站的降水资料。这种江淮区域的划分依据来自文献[23]。从图3中可以看到,除了1986年以外,在东北亚阻塞日数多年均为江淮的多雨年;而在东北亚阻塞日数少年,则为江淮的少雨年,其中特别地,在整个夏季无一天阻塞日数的1985年,江淮降水量明显少于其他年份。

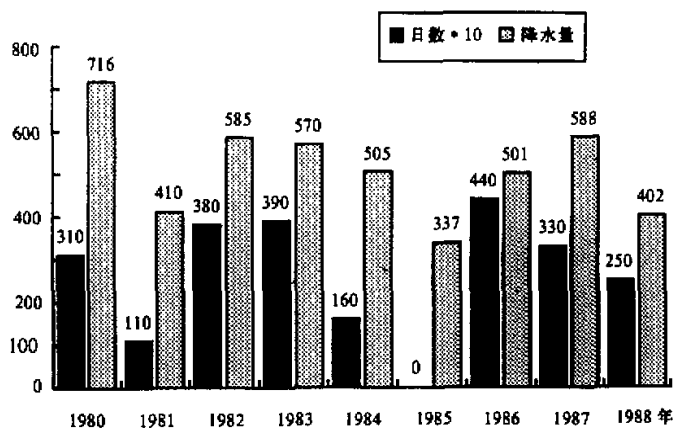


图3 1980~1988年间江淮地区夏季降水量的年际变化

4 热带海温异常对夏季东北亚阻塞高压的影响

我们已经说过,热带海温的变化有可能为阻塞高压的频繁出现提供环流背景,而且从图2中看到东亚-太平洋型遥相关波列。根据文献[9~11]的研究结果,造成这种遥相

关波列的原因是热带西太平洋暖池海表热力状况的异常。此外, 海洋影响大气的尺度也覆盖着短期气候时间尺度。故海温的变化将确实有可能为夏季东北亚阻塞高压的建立和维持提供环流先行条件。下面我们就将讨论海温的可能影响。

图 4 为东北亚阻塞日数多年 (即 1980、1982、1983、1986 和 1987 年) 和阻塞日数少年 (即 1981、1984 和 1985 年) 时全球海表温度异常的合成分布。在这里, 为了协调起见, 我们对实际海温异常值进行了“标准化”处理, 即每一点的值都除以该点 9 年温度变化标准偏差值。从图 4 中可以看到: 首先, 在夏季东北亚阻塞日数多年 (图 4a), 海温异常中最为明显的特征是赤道东太平洋为一广阔的正异常区, 而在热带西太平洋为明显的负异常区。这正是厄尔尼诺年的典型特征。实际上, 在这夏季东北亚阻塞日数多年的 5 年中有四年就是厄尔尼诺年, 即 1982~1983 年厄尔尼诺和 1986~1987 年厄尔尼诺。在 1980 年夏季, 赤道东太平洋也是一正异常区, 只是强度较弱而已, 热带西太平洋为一负异常区 (图略)。我们在本文中主要讨论热带海温异常的影响, 热带外海温异常的影响将另文讨论, 故除了太平洋海温异常之外, 另一个明显的正异常区位于阿拉伯海和孟加拉湾。其次, 在夏季东北亚阻塞日数少年 (图 4b), 海温异常的分布与阻塞日数多年几乎正好相反, 只是在赤道东太平洋, 阿拉伯海和孟加拉湾的负海温异常范围更大, 强度也有明显的增强。

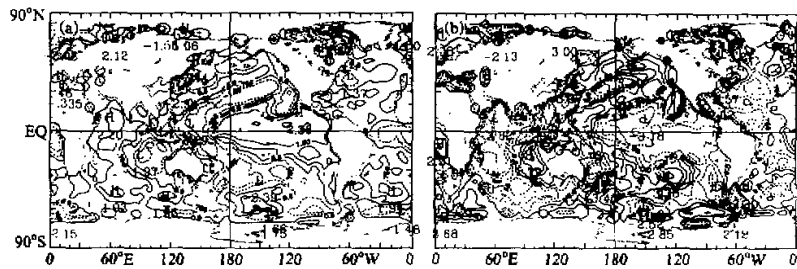


图 4 夏季东北亚阻塞高压日数多年 (a) 和阻塞日数少年 (b) 时的“标准化”海温异常合成分布

Ferranti 等^[2]曾指出, 虽然代表着厄尔尼诺主要特征的赤道东太平洋海温异常对热带外地区的环流影响较大, 但这种异常对中高纬地区阻塞高压的影响却很小, 即使是对北太平洋地区的阻塞高压。于是我们也不在此不考虑赤道东太平洋海温异常的影响。对于阿拉伯海和孟加拉湾的海温异常, 我们利用大气物理所两层大气环流模式 (IAP 2-L AGCM) 进行的模拟结果表明, 它对东北亚阻塞高压没有什么明显的影响。下面我们将着重对热带西太平洋海温异常的影响进行模拟讨论。

我们利用数值模拟方法来研究热带西太平洋负海温异常对夏季东北亚阻塞高压的影响。因为本文的主要目的是讨论有利于阻塞高压形成和维持的大尺度环流背景, 因此我们把重点放在对 500 hPa 位势高压的异常分布的讨论上, 而不直接讨论阻塞高压。这样可以避免模式对阻塞高压演变过程不能很好地给予描述所带来的误差。采用的模式为 IAP 2-L AGCM, 控制试验结果为该模式在气候平均海温状态下运行的结果。在异常试验中, 将热带西太平洋的海温异常加入气候平均海温之中。图 5 为异常试验中加入的

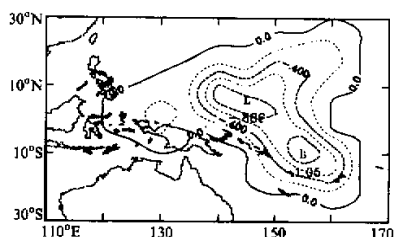


图5 异常试验中加入热带西太平洋的合成海温异常
单位: $^{\circ}\text{C}$

(即异常试验结果减去控制试验结果)。从中可以发现东北亚地区上空为位势高度的正异常, 在华北和白令海上空为负异常, 这种异常分布为夏季东北亚阻塞高压的建立和维持提供了大尺度环流背景的先行条件, 这进一步地说明在热带地区海温异常中, 热带西太平洋海温异常对东亚环流异常以及东北亚阻塞高压的形成和维持起着主导性作用。

由此可以看出, 夏季东北亚阻塞日数多年与赤道东太平洋正的海温异常之间可能并没有直接的联系。之所以在夏季东北亚阻塞日数多年时赤道东太平洋为正的海温异常(图4a), 在夏季东北亚阻塞日数少年时赤道东太平洋为负海温异常(图4b), 是因为夏季东北亚阻塞高压受热带西太平洋海温异常的影响, 而热带西太平洋海温异常和赤道东太平洋海温异常之间存在着反相关系。

热带西太平洋的海温异常, 是夏季东北亚阻塞高压日数多年(即1980、1982、1983、1986和1987年)合成的热带西太平洋海温异常。控制试验结果和异常试验结果均为等时积分(perpetual integration)结果, 即在太阳高度角保持不变的情况下积分, 日期为7月15日。积分时间为70天, 其中我们分析后30天的模拟结果。

图6为模拟的热带西太平洋负海温异常条件下产生的500 hPa位势高度异常的分布

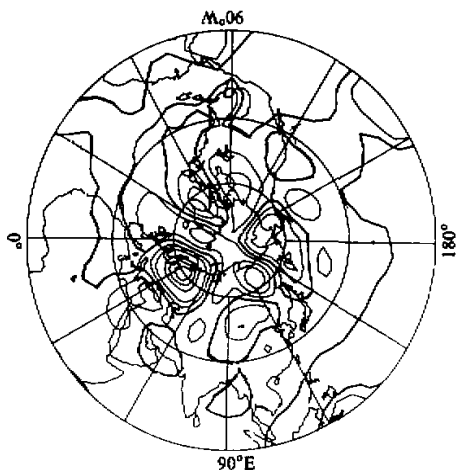


图6 热带西太平洋负海温异常引起的
500 hPa位势高度异常
单位: gpm; 等值线间隔为10 gpm

5 结论与讨论

本文利用1980~1988年9年的观测资料, 分析了夏季东北亚阻塞高压的年际变化及其与江淮降水之间的关系, 并利用热带西太平洋海温异常解释了这种年际变化。得到的主要结论有:

(1) 夏季东北亚阻塞高压维持日数有着十分明显的年际变化, 多的年份中可达整个夏季的近一半日数(44天), 少的年份中则一天都没有。阻塞日数多的年份基本上都是江淮地区的涝年, 而阻塞日数少的年份则都是江淮地区的旱年。

(2) 热带西太平洋海温异常是造成上述结果的重要原因。观测资料表明, 夏季东北亚阻塞日数多年, 热带西太平洋海温为负异常; 而在阻塞日数少年, 热带西太平洋海温

则为正异常。数值模拟的结果表明, 热带西太平洋负海温异常可以产生类似东亚-太平洋型遥相关的波列(与热带西太平洋正海温异常时位相反), 并在东北亚地区上空产生一明显的位势高度正异常中心, 在其南侧为位势高度负异常中心, 这种位势高度异常的分布将十分有助于在东北亚地区形成阻塞高压并使之容易得到维持。

这说明夏季东北亚阻塞高压的形成和维持不是一种局地现象, 它与东亚地区的环流背景有关, 即东北亚地区的位势高度正异常和其南侧位势高度的负异常将有利于夏季东北亚阻塞高压的形成和维持。夏季东北亚阻塞高压和副热带高压通过东亚-太平洋型遥相关波列联系在一起, 这一点我们可以在图 2 中看到, 即东北亚阻塞日数多时, 副热带高压位置偏南, 而在东北亚阻塞日数少时, 副热带位置偏北。通过这种阻塞高压和副高之间的关系, 它们进而可以影响到江淮地区的夏季降水。一方面, 东北亚阻塞日数多, 意味着东亚地区环流相对稳定少变, 使低槽长期在我国东北到贝尔加湖一带维持, 为江淮梅雨锋提供了冷空气来源, 为梅雨的长期维持提供中纬度的环流条件。另一方面, 此时, 副热带高压位置偏南, 其西南气流带来的暖湿空气一直吹向江淮地区, 从而使夏季东亚季风雨带长期在江淮流域维持。东北亚阻塞高压和副热带高压之间的这种关系亦能说明汤懋苍^[22]指出的东北亚阻塞高压南侧雨带和副热带高压北侧雨带位置变动之间的一致性, 因为东北亚阻塞高压和副热带高压均受到东亚-太平洋型遥相关波列的影响, 它们本身存在着位置变动之间的一致性。

致谢: 吴国雄院士给我们提供了他与孙墨国关于北半球阻塞高压的识别结果, 我们在此深表谢意。

参 考 文 献

- 1 Lejcnas, H., 1995, Long term variations of atmospheric blocking in the Northern Hemisphere, *J. Meteor. Soc. Japan*, 73, 79~89.
- 2 Ferranti, L., F. Molteni and T. N. Palmer, 1994, Impact of localized tropical and extratropical SST anomalies in ensembles of seasonal GCM integrations, *Q. J. R. Meteor. Soc.*, 120, 1613~1645.
- 3 Kung, E. C., H. L. Tanaka and W. E. Baker, 1989, Energetics examination of winter blocking simulations in the Northern Hemisphere, *Mon. Wea. Rev.*, 117, 2019~2040.
- 4 孙墨国, 1995, 北半球阻塞高压的统计特征及东北亚阻塞高压的位涡诊断分析, 中国科学院大气物理研究所硕士学位论文.
- 5 Wang, Y., 1992, Effects of blocking anticyclones in Eurasia in the rainy season (Meiyu/Baiu season), *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 929~951.
- 6 陆日宇, 黄荣辉, 1996, 关于阻塞过程中波数域能量的诊断分析, *大气科学*, 20(3), 269~278.
- 7 Kaas, E. and G. Branstator, 1993, The relationship between a zonal index and blocking activity, *J. Atmos. Sci.*, 50, 3061~3077.
- 8 陆日宇, 黄荣辉, 1996, 热带西太平洋海温异常对东北亚阻塞形势影响的数值模拟, *气候与环境研究*, 1(2), 134~142.
- 9 Huang Ronghui and Li Weijing, 1987, Influence of the heat source anomaly over the western tropical Pacific on the subtropical high over East Asia, *Proc. International Conference on the General Circulation of East Asia*, April 10~15, 1987, Chengdu, 40~51.
- 10 Huang Ronghui, 1992, The East Asia / Pacific pattern teleconnection of summer circulation and climate anomaly in East Asia, *Acta Meteorologica Sinica*, 6, 25~37.
- 11 Huang Ronghui and Sun Fengying, 1992, Impacts of the tropical western Pacific on the East Asia summer monsoon, *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 243~256.

- 12 Rex, D. F., 1950, Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate, I, *Tellus*, **2**, 196~211.
- 13 Noar, P. F., 1983, Numerical modeling of blocking, with reference to June 1982, *Aust. Met. Mag.*, **31**, 37~49.
- 14 Hartmann, D. H. and S. J. Ghan, 1980, A statistical study of the dynamics of blocking, *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 1144~1159.
- 15 Lejenas, H. and H. Økland, 1983, Characteristics of Northern Hemisphere blocking as determined from a long time series of observational data, *Tellus*, **35A**, 350~362.
- 16 Mullen, S. L., 1986, The local balances of vorticity and heat for blocking anticyclones in a spectral general circulation model, *J. Atmos. Sci.*, **43**, 1406~1441.
- 17 Tibaldi, S. and F. Molteni, 1990, On the operational predictability of blocking, *Tellus*, **42A**, 343~365.
- 18 Tibaldi, S., P. E. Ruti and M. Maruca, 1993, Operational predictability of winter blocking, an ECMWF update. Proceedings of the ECMWF Seminars on Validation of Forecasts and Large-Scale Simulations over Europe. Reading, UK, 7-11 September, 1992, 91~105.
- 19 陈汉耀, 1957, 1954年长江淮河流域洪水时期的环流特征, *气象学报*, **28**, 1~12.
- 20 汤懋苍, 1957, 亚洲东部的阻塞形势及其对天气气候的影响, *气象学报*, **28**, 282~293.
- 21 毕嘉莹、丁一汇, 1993, 1980年夏季华北干旱时期东亚阻塞形势的位涡分析, *应用气象学报*, **3**, 145~156.
- 22 吴国雄、刘辉、陈飞、赵宇澄、卢莹, 1994, 时变涡动输送和阻塞形成——1980年夏中国的持续异常天气, *气象学报*, **52**, 308~320.
- 23 陆日宇、黄荣辉、殷宝玉, 1995, 东亚地区降水量变化的比较研究, *大气科学研究专集 (一)*, 气象出版社, 6~13.

Influence of East Asia/ Pacific Teleconnection Pattern on the Interannual Variations of the Blocking Highs over the Northeastern Asia in Summer

Lu Riyu and Huang Ronghui

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract By the 1980~1988 ECWMF data, the interannual variations of the blocking highs over the northeastern Asia in summer and their relation to the precipitations over the Yangtze River and Huaihe River basin in summer are analysed. The results show that the blocking highs over the northeastern Asia in summer have obviously interannual variations. The results also show that there is a close relation between blocking highs over the northeastern Asia and the precipitations over the Yangtze River and Huaihe River basin: when blocking highs occur frequently over the northeastern Asia in summer, the precipitations over the Yangtze River and Huaihe River basin are more than normal; when blocking highs occur seldom, the precipitations are less than normal. To investigate the causes of the above noted results, we analysed the sea surface temperature (SST) anomalies, and simulated the influence of the SST anomalies in the tropical western Pacific on the blocking highs over the northeastern Asia, using the composite SST anomalies. Results show that the East Asia/ Pacific teleconnection pattern caused by the SST anomalies in the tropical western Pacific is one of the important causes of producing the interannual variations of the blocking highs over the northeastern Asia in summer and their relation to the summer precipitations over the Yangtze River and Huaihe River basin.

Key words East Asia/ Pacific teleconnection pattern blocking highs over the northeastern Asia sea surface temperature anomalies