

东亚与北美大气环流区域性特征的比较研究

周 鸣 盛*

(天津市气象局)

提 要

本文以30年500hPa和海平面气压月平均资料为依据,对比分析了东亚和北美大气环流区域性特征的差异,以及不同的气候特征。如美国龙卷风灾害频繁,而中国季风雨带明显等。

一、引 言

东亚与北美同在北半球都濒临大洋的西岸,所处海陆相对位置和地理纬度有着许多相似之处。盛承禹⁽¹⁾曾以 100°E 与 100°W 两经线相叠置对这两块大陆作宏观的地理气候比较,概略地指出中美两国气候条件的有利和不利之处。本文着眼于东亚、北美的大气环流平均特征,进行比较研究。目的在于加深对中国天气气候特点的认识。促使在实际天气分析预报业务中自觉探索东亚大气环流的基本规律,建立具有东亚天气气候特色的分析预报观点和方法。

二、东亚与北美500hPa平均环流特征的比较

为了认清对流层中层大气环流的宏观特征,首先制作了1951—1980年1—12月500hPa高度年平均(图略)。整个北半球比较明显的大低槽只有两个,一个位于亚洲大陆东部沿海;另一个则在北美大陆东岸。按照几率波⁽²⁾的观点这是北半球两个最容易建立、发展和维持低槽的地区。为了进一步认清这两个低槽在一年中的实际演变,分析1、

4、7、10月30年平均槽线的分布(图略)以代表四季。可以看到北美低槽四季位置几乎无大变动。反映了北美大气环流具有长年准稳定性。而亚洲沿海的平均低槽1、4、10月是稳定维持的,可是在7月原春季低槽的位置变为高压脊的区域,这表明春夏和夏秋之交东亚大气环流都发生了重大的调整。两相对照,显示了东亚与北美大气环流季节演变的本质差别。这一事实虽早已有人指出⁽³⁾,而其重要意义仍值得我国广大天气工作者不断加深认识。

为了进一步了解北半球冬夏大气环流的演变特征,制作了7月减1月的500hPa平均高度差(图略)。发现自隆冬至盛夏北半球最大的变差中心在亚洲东岸 140°E 、 50°N 附近,达到580gpm,次大中心在北美洲哈得逊湾北部即 90°W 、 60°N 附,近为480gpm。除此之外也就没有别的变差中心了。大西洋东岸的英伦三岛是中纬度平均高度差最小的区域。

为了使东亚与北美夏季大气环流的差别看得更清楚,图1给出30年平均1月和7月500hPa高度特征线进行对比,联系全年平均形势和冬夏平均高度变差分布可以得到:

1. 两个高度变差中心正位于两个准静

*高志成同志协助完成了部分工作

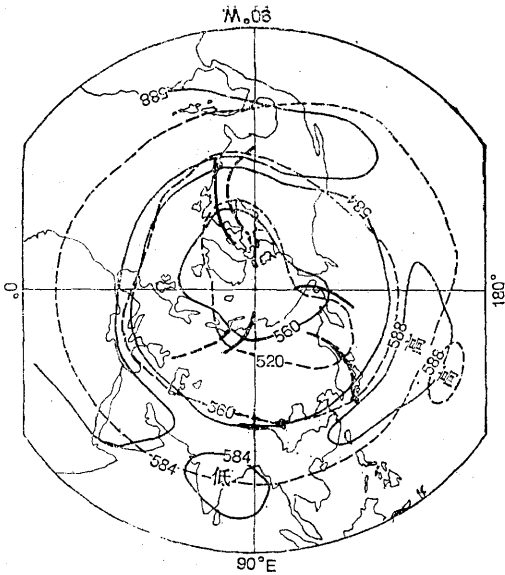


图1 1951—1980年1月(断线)和7月(实线)500hPa高度平均特征等高线

止的平均大低槽区域。

2. 7月份500hPa北半球中高纬度平均大槽的分布表明,自冬至夏北美洲大低槽主要是高度明显上升,而环流形势并未发生重大变化,如槽线的位置与其它季节相比较几乎无大移动。而亚洲东岸呈现高压脊的形势,可见大气环流已发生了根本的变化。

3. 在东亚自冬春至夏季西北太平洋副热带高压脊5880gpm线有规律地向西北扩张,盛夏伸展到亚洲大陆东南沿海,并与印度低压之间构成向北输送水汽和热量的通道,揭示了冬夏季风流场的不同环流形势背景。而北美洲自冬至夏大西洋副热带高压脊也西伸北移,在盛夏,5880线甚至控制了整个40°N以南的区域,但是高脊始终呈东西向,30°N以北的北美大陆仍然盛行西或西北气流,长波槽的位置和形状冬夏几乎无大变化。而东亚大槽到盛夏已不复存在。西北太平洋副热带高压的西伸北移和印度低压的出现,成为整个北半球大气环流季节演变最突出的标志。

竺可桢先生^[4]很早就研究了我国季风与印度季风的异同,以及近年来印度季风与

我国华北降水的分析^[5]等都表明,印度季风与东亚季风是北半球整个季风体系中的一对子系统。这也从另一侧面证实了东亚与北美夏季大气环流的本质差别。

取110°E和90°W这两个经度的西风指数表征位于这两大低槽西部东亚、北美上空的环流特点。图2a是这两经度1月的平均西风分布。在30—40°N都有一支强西风急流,由各纬度构成的西风廓线是非常相似的。图2b是4月的状况,110°E的急流中心向北移

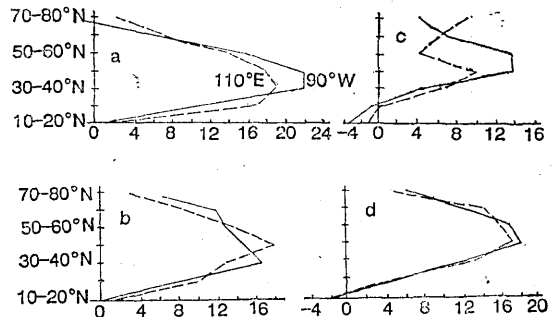


图2 1951—1980年500hPa110°E和90°W 1、4、7、10月平均西风指数

到40—50°N,而90°W则仍维持在1月的位置,只是风速减小了30%。整个风速廓线的形状两者仍很相似。图2c是7月的状况,90°W的西风廓线与1月、4月仍很相似,只是急流的位置,比1月北移了10个纬度,风速减小了约40%。而110°E出现了明显的急流分支,在40—50°N处维持一支弱急流,风速只有90°W的70%;50—60°N处出现弱西风区,而在70—80°N建立起一支极圈急流,比90°W同纬度西风风速大一倍以上,也是该区域全年各月平均西风的最大值。另外,由于夏季东亚中纬度急流风速明显减小,导致急流中心南北两侧风速切变大大减弱,尤其是急流南侧 $\frac{\partial u}{\partial y}$ 只相当90°W上的40%。这一系列事实又一次揭示了夏季这两区域大气环流结构的巨大差别。图2d是秋季10月平均西风分布,两者廓线形状几乎完全一样。

三、海平面环流特征的比较

图3是沿45°N30年平均7月减1月海平面气压差，表示中纬度海平面气压场的年变化。可以看出两大洋是气压升高的中心，大陆出现降压中心，海陆的影响十分显著。欧亚大陆尤其是东亚（100°E附近）地面气压年变差最大；而北美大陆则年变差最小，绝对值甚至还小于太平洋和大西洋区域。这说明东亚大陆地面气压系统的变化是北半球最明显的；相反北美大陆则最不显著。气压年变率正负值的分布与海陆界线非常一致，而且变率绝对值的大小与各海陆所跨的经度也

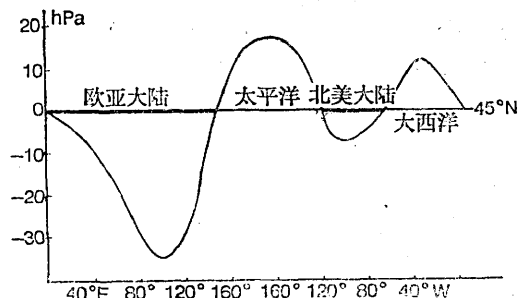


图3 1951—1980年沿45°N各经度7月减1月平均海平面气压差

很对应。这表明下垫面的状况基本上决定了地面气压的年变差。高由禧等(6)曾以陆、海面积比例分析季风的强弱，图3所揭示的事实与他们的计算结果是很一致的。

110°E和90°W1951—1980年1月和7月海平面平均东西地转风分布如图4。在90°W1月和7月两条廓线很接近，冬夏风向非常一致，只是7月风速比1月更弱；在110°E1月与7月风廓线的位相正好相反，呈现典型的

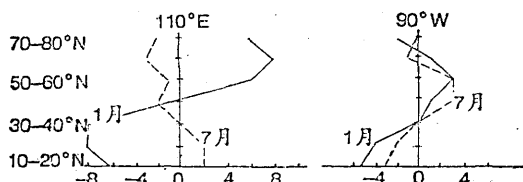


图4 1951—1980年1月和7月110°E与90°W海平面西(东)风指数

季风特征。这与图3所示两大洋气压变差的特点是完全吻合的。因此，东亚大气环流的独特性是一个值得反复强调的问题。

四、盛夏东亚与北美大气环流的差异

以上是用30年月平均环流场分析东亚与北美的基本特征，揭示了东亚大气环流独特的季风现象，反映在高空和地面气压场上许

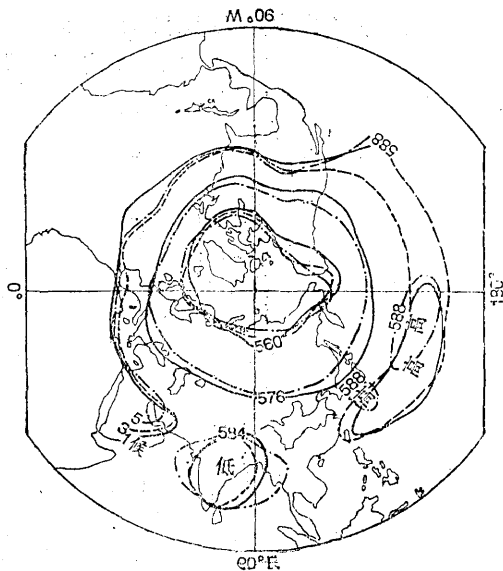


图5 1951—1980年7月1(实线)、3(断线)、5(点划线)候500hPa平均特征等高线

多有趣的事实。现以盛夏各候的平均环流演变作进一步比较分析。图5给出1951—1980年7月1、3、5候500hPa平均形势，以特征等高线表示：

1. 在东亚：7月1候至5候60°N以南西风环流减弱，中纬度盛行偏南气流；印度低压发展；西北太平洋副高脊线西伸北移，高压轴线由24—25°N北移到29—30°N，并在30°N、135°E附近形成独立高压，夏季风的发展反映候平均环流的演变非常清楚。8月各候的形势(图略)正是7月环流演变过程的逆转。在7—8两月东亚大气环流的平均季节进程表现十分清晰。

2. 在北美：7、8两月副高5880线的平

均位置都在30°N以北。7月逐候由36°N北移到40°N, 8月则由40°N逐候南撤到30°N。除此以外北美东岸的长波槽在这期间几乎没有明显的变化。在整个盛夏时节60—30°N范围内西风带的环流特征仍然非常清楚, 这与东亚环流形成了明显的对照。

再作7月5、6候110°E和90°W30年500 hPa西风指数分布(图略), 得到与图2c同样的结果。即110°E中高纬度弱西风急流分支和90°W中纬度单支强急流。这表明在夏季甚至以候这样短暂的平均时段, 也表现出了东亚与北美环流形势的显著差异。

五、东亚与北美的气候差异

平均环流形势的差异, 必然反映出各自气候状况的不同。现取同在大陆东岸、海陆分布和纬度都比较接近的天津(39°6'N,

117°10'E)与华盛顿(38°51'N, 77°02'W), 给出它们各月的平均气温与降水量(7)(8)如表1。两地气温的月际变化是很一致的, 只是因为冬季亚洲大陆冷高压远比北美强大, 冬季风强盛。以致1月气温天津比华盛顿低7°C; 4月和9月平均气温很接近; 夏季天津又比华盛顿略偏高。天津年降水量570mm; 华盛顿1036mm, 而且降水的月际分布则差别更大。天津降水主要集中在夏季, 6—8月的雨量占全年的75%; 最多月降水量是最少月的60倍, 干季和雨季极为分明。而华盛顿则全年各月降水相当均匀, 夏季降水虽相对较多, 也只占全年的30%; 最多月降水量仅仅是最少月的2倍。这表明东亚与北美平均环流的差别造成了两地降水、气温分布的不同, 而对降水的影响则更为显著。

再将大陆西海岸纬度接近的里斯本(38°

表1

项目	月份 地点	年份												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温°C	天津	-4.0	-1.6	5.0	13.2	20.0	24.1	26.4	25.5	20.8	13.6	5.2	-1.6	12.2
	华盛顿	3	3	7	13	19	23	26	25	21	15	9	3	14
降水量mm	天津	3.1	6.0	6.4	21.0	30.6	69.3	189.8	162.4	43.4	24.9	9.3	3.6	569.9
	华盛顿	77	63	82	80	105	82	105	124	97	78	72	71	1036

表2

项目	月份 地点	年份												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温°C	里斯本	11	12	14	16	17	20	22	22	21	18	14	12	17
	旧金山	9	10	12	13	15	16	17	17	18	16	13	10	14
降水量mm	里斯本	111	76	109	54	44	16	3	4	33	62	93	103	708
	旧金山	102	88	68	33	12	3	0	1	5	19	40	104	475

46'N, 9°08'E)与旧金山(37°37'N, 122°23'W)各月平均气温和降水量作为反衬给出(如表2), 两地气温冬暖夏凉, 降水冬多夏少的

月际分布都是非常一致的。这一事实从另一侧面说明虽都在大陆东岸, 东亚与北美东部的天气气候并没有大陆西岸的一致性。有

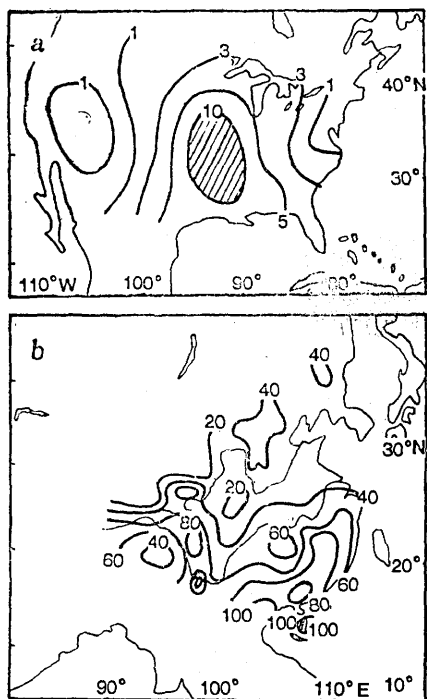


图6 a. 美国龙卷风年平均次数分布(取自[1]); b. 中国年平均雷暴日数分布(取自[7])

人[5]曾将天津的降水特点与印度新德里作过比较,发现两地各月雨量分布非常相似,证实了夏季印度季风与华北季风的天气气候联系。

众所周知美国是世界上发生龙卷风最多的国家。图6a给出美国龙卷风年平均次数的地理分布(1)。若将500hPa平均环流叠加在龙卷风次数分布图上,龙卷风多发区正好位于平均大低槽后部,副热带高压北缘的西北气流之下。这种有利于强对流天气发生的垂直流场结构是很清楚的。

相比之下中国虽也有龙卷风出现,但这是很少见的天气现象。现给出雷暴年平均日数[7]如图6b,同样属于对流性天气,可以作定性的比较。美国龙卷风最多的区域在堪萨斯州(年平均17次)、衣阿华州、阿肯色州(16次)、位于美国中部平原,约在32—42°, 90—100°W范围内;而中国年雷暴

表3 东亚,北美平均大气环流对比

项目	地区	东亚	北美
500hPa环流	1. 全年平均	大低槽区	大低槽区
	2. 7月减1月高度差	北半球高度上升最大区	北半球高度上升次大区
	3. 冬季(1月)平均	大低槽区	大低槽区
	春季(4月)平均	大低槽区	大低槽区
500hPa西风指数廓线	夏季(7月)平均	弱高压区	大低槽区
	秋季(10月)平均	大低槽区	大低槽区
	4. 冬季(1月)	110°E: 30~40°N一支极强西风急流	90°W: 30~40°N一支极强西风急流
	春季(4月)	110°E: 40~50°N一支较强西风急流	90°W: 30~40°N一支较强西风急流
	夏季(7月)	110°E: 40~50°N和70~80°N两支弱西风急流(分支)	90°W: 40~50°N一支强西风急流
海平面气压场	秋季(10月)	110°E: 40~50°N一支较强西风急流	90°W: 40~50°N一支强西风急流
	5. 7月8月各候	110°E: 40~50°和70~80°N各有一支弱西风急流(稳定维持急流分支)	90°W: 40~50°N一支强西风急流
海平面东西风指数廓线	6. 7月减1月气压差(45°N)	北半球气压年变差最大的区域	北半球气压年变差最小的区域
	7. 冬季(1月)	东亚(110°E)与北美(90°W)东西风指数廓线位相一致	
	夏季(7月)	东亚(110°E)与北美(90°W)东西风指数廓线位相相反	
500hPa与海平面东西风指数垂直结构	8. 冬夏分布对比	110°E: 冬夏廓线位相相反	90°W: 冬夏廓线位相一致
	9. 夏季(7月)	110°E: 上下层东西风指数廓线位相相反	90°W: 上下层东西风指数廓线位相一致

日分布自北向南递增,大陆上最多雷暴区在25°N以南的两广,而全国以海南岛最多,达120天以上。与美国相对照30°N以北的中国大陆恰恰是雷暴少发生的区域。

另外, 中国大陆东部季风雨带有规律的季节推移这是我们非常熟悉的。而美国洪水暴雨发生的区域却没有这种明显的季节推移(9), 这在华盛顿各月降水量的均匀分布也反映很明显。

东亚和北美的平均环流差异以及中、美两国突出的气候特征, 可以归纳为表3和表4。

表4 中、美两国特征气候对比

项 目	中 国	美 国
1. 强对流性天气分布状况	全国雷暴多发区在25°N以南, 最多中心在海南岛(18~20°N)	美国是世界龙卷风最厉害的国家, 全国最多发生区在32°N以北, 中心在堪萨斯州(38~40°N)
2. 气候雨带(暴雨区)分布状况	季风雨带的季节位移有规律	洪水暴雨区的分布无明显季节位移特征
3. 大陆东岸相近纬度代表站的月平均气温和月降水量分布状况	天津(39°6'N, 117°100E) 1月平均气温 -4.0℃ 7月平均气温 26.4℃ 最多月降水量(7月)189.8mm 最少月降水量(1月)3.1mm 最多是最少月的61倍	华盛顿(38°51'N, 77°02'W) 1月平均气温3℃ 7月平均气温26℃ 最多月降水量(8月)124mm 最少月降水量(2月)63mm 最多月只是最少月的2倍

六、结 语

通过以上对比分析可以得出一个重要结论: 东亚与北美(东部)虽都位于北半球两

大陆面的东方, 其区域性大气环流的季节变化和中低层流场结构却有着巨大的差异。概括地说: 北美大气环流具有长年的准稳定性和气压系统的单一性; 而东亚大气环流则具有明显的季节差异, 显示出形势的多变性和气压系统的多样性。这些重要差别的揭示有助于深入了解形成这两大地区不同气候特点的环流背景。

当然这只着眼于平均大气环流和天气气候的宏观特征, 有些事实也早已熟知, 只是未作系统的对比。希望这项工作对发展具有中国特色的天气气候学学科的天气分析预报业务技术能有所补益。

参 考 文 献

- (1) 盛承禹, 世界气候, 气象出版社, 1988年。
- (2) 章少卿等, 几率波在长期季度预报中的应用, 气象学报, 第45卷第1期, 1987年。
- (3) 陶诗言等, 中国之暴雨, 科学出版社, 1980年。
- (4) 竺可桢, 东南季风与中国之雨量, 竺可桢文集, 科学出版社, 1979年。
- (5) 梁平德, 印度夏季风与我国华北夏季降水量, 气象学报, 第46卷第1期, 1988年。
- (6) 高由禧, 李慈, 南北半球季风——南北半球大气相互作用的一个重要机制, 高原气象第1卷第1期。
- (7) 张家诚、林之光, 中国气候, 上海科学技术出版社, 1985年。
- (8) 朱抱真, 青藏高原对我国大尺度水旱气候形成的作用, 旱涝气候研究进展, 气象出版社, 1990年。
- (9) R.A.Maddox C, F, Chappell and L.R. Hoxit, Synoptic and Meso- α Scale Aspects of Flood Events. Bulletin of the America Meteorological Society Vol. 60, No.2, 1979.

A comparison on the features of the regional general circulation over East Asia with that over North America

Zhou Mingsheng

(Tianjin City Meteorological Observatory)

Abstract

Based on the monthly mean data of the height at 500hPa and sea surface pressure, comparison and analysis are made on the regional difference of the general circulations, and the climatic features between East Asia and North America, such as frequent tornado disasters in U.S.A., and distinct monsoon rainy belts in China.