

中国东部降水特征及其与 印度、北美降水的关系

杨 广 基

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

本文应用了10年平均的旬、候和日平均降水资料,研究了中国东部4—9月降水分布特点。结果指出,华南、华中4—9月候降水量高值中心区存在准一个月的振荡现象,东北、华北4—9月的日平均降水量低值中心区具有准一周的振荡现象。而在长江流域,4—9月的旬降水量高值中心区以不连续跳跃方式在东西方向上传播,高值中心区“重现”的准周期约为一个月左右。

同时,本文也应用了1957—1985年月平均降水资料,计算了中国东部和印度中部、北美西部同期降水相关系数。结果指出,华南、华中5—7月降水相关场的分布作反时针旋转。在6月梅雨季节,长江中下游地区是降水正相关区,而华南是负相关区。在6—8月,中国东部和北美西部的月平均降水量之间存在稳定的负相关关系。

一、引 言

众所周知,季风区风场存在准二周振动,而且就季风韵律活动而言,它有30—50天和60天等变化^[1]。而季风的振动必然影响到季风区降水的变化,中国处于强季风地区,它的降水分布是否也有振荡特点呢?

夏季印度西南季风源源不断地流经中国东部地区,是一支影响中国天气的夏季风。夏季青藏高原东侧和中国大陆盛行上升气流,而中、东太平洋和北美西部盛行下沉气流,它们之间存在着遥相关^[2]。因为环流是影响降水的一个重要因素,那么这些地区之间的降水又存在什么关系呢?

本文讨论了以上两方面的问题。应用的资料是1961—1970年旬、候和日平均降水等资料。在计算中国东部和印度中部、北美西部同期相关时应用了1957—1985年月平均降水资料。

二、中国东部降水量分布特征

中国东部指100—120°E间的中国华南到东北地区。在这个区中,从南到北分成5个纬度带即为22.5—27.5°N, 27.5—32.5°N, 32.5—37.5°N, 37.5—42.5°N

和 42.5°N — 47.5°N . 每个纬度带内的降水量均为各个纬度带内台站降水量的平均值.

1. 长江流域旬降水量分布特征

图 1 是长江流域 1961—1970 年 4—9 月旬降水量经度—时间剖面图. 该图自东而西先后由上海、合肥、汉口、宜昌和成都站的旬降水量组成. 这个剖面的平均纬度是在 31°N 附近, 基本上沿着长江流域.

由图 1 看到, 从 5—8 月 $50\text{mm}/\text{旬}$ 以上的大雨中心区自东而西传播. 5 月第 1 旬大雨中心区在上海附近, 6 月第 1 旬大雨中心区就出现在汉口站附近. 7 月第 1 旬, $90\text{mm}/\text{旬}$ 以上的大雨中心区又跳跃到汉口至宜昌站之间. 8 月第 1 旬, $100\text{mm}/\text{旬}$ 以上的大雨中心区就移到成都站附近. 大雨中心区自东而西移动历时 3 个月. 8 月以后, 大雨中心区自西而东返回长江下游地区, 在 9 月第 1 旬 $70\text{mm}/\text{旬}$ 以上的大雨中心区重新出现在上海站附近. 大雨中心区自西而东移动历时 1 个月.

由以上分析看到, 长江流域 $50\text{mm}/\text{旬}$ 以上的大雨中心区以不连续跳跃方式在东西方向上传播. 大雨中心区“重现”的准周期约为 1 个月左右. 自东而西是渐变的, 自西而东是急变的. 文献 [3] 在讨论东亚季风和雨季起迄时指出, 中国候平均最大雨带南北移动具有三次急进和三次渐进的过程. 中国东部候平均最大雨带 5 月中起由华南向北移动, 经过二次急进三次渐进过程于 8 月中达到最北位置, 历时三个月左右, 以后又向南撤, 8 月下旬以后很快南下, 在半月内雨区移到华南沿海, 历时不到一个月. 所以我们看到候雨带南北传播方式和历时长短与长江流域旬降水量大雨中心在东西向传播有相当类似的地方. 正如文献 [3] 所述, 在东亚季风进退、雨带移动和大气环流的季节变化都是以渐变和急变两种方式交替进行.

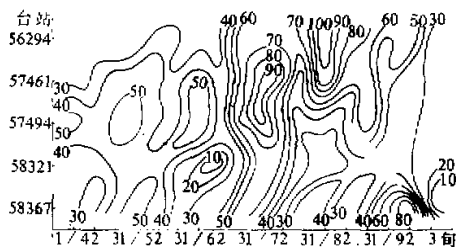


图 1 1961—1970 年 4—9 月长江流域旬降水量经度—时间剖面图 (单位: mm)

2. 候平均降水量分布特征

图 2 是中国东部 1961—1970 年 4—9 月候平均降水量纬度—时间剖面图. 在华南、华中地区 (即 22.5°N — 27.5°N , 27.5°N — 32.5°N 两纬度带), 从 4 月到 9 月候平均降水量的高值区和低值区交替出现. 比较显著的特点是候平均降水量的高值区基本上按一定时间间隔重复出现. 第一个降水高值中心区出现在 4 月第四候附近, 其他的降水高值中心区出现的时间分别为 6 月第 1 候、6 月第 6 候、7 月第 6 候、8 月第 6 候和 9 月第 6 候左右. 这些中心区相距的时间间隔分别为 45 天、25 天、30 天、30 天、30 天, 平均的时间间隔为 32 天.

通过以上分析, 我们看到华南、华中地区的候平均降水量具有周期约为 1 个月左右的准周期振荡现象。

文献[4]在研究我国降水量与亚洲 500hPa 候平均环流相互关系时指出, 候平均环流与候平均降水量之间的关系在不同频率上有着相互影响, 并且给出了一些候降水量与亚洲 500hPa 候平均环流自然正交函数之间有密切关系的主要频率, 这些频率包括了 30 天等韵律关系。另外, 文献[1]也指出, 我国的季风活动存在 30 天等韵律关系。

从这些工作中, 我们可以看出我国华南、华中候平均降水量一个月左右的准周期振荡现象可能和亚洲季风的一个月左右准周期韵律活动有关, 环流和降水的振荡现象在很大程度上会影响这些地区的旱涝, 所以进一步深入研究这方面的问题, 对中长期降水预报是十分有益的。

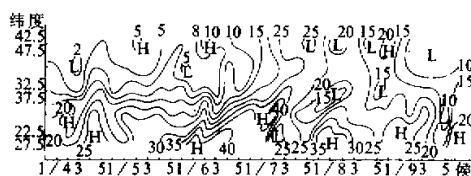


图2 中国东部 1961—1970 年 4—9 月候平均降水量的纬度—时间剖面图(单位: mm)

3、日平均降水量分布特征

由上节图 2 我们看到华南、华中地区的候平均降水量高值中心区存在准一个月的振荡现象。那么, 它在日平均降水量图上(图略)相应的时段又表现出什么样的特征呢? 由日平均降水量图看到, 在 4 月 16—20 日、6 月 1—5 日、6 月 26—30 日、7 月 26—30 日、8 月 26—30 日和 9 月 26—30 日时段及其附近, 华南、华中地区基本上对应的是日平均降水量的高值区。这进一步使我们看到, 华南、华中地区候平均降水量确实存在一个月左右的准周期振荡现象。

另外, 在日平均降水量图上, 我们还可以看到在东北、华北地区 4—9 月日平均降水量小雨区存在 5—8 天准周期振荡。日平均降水量低值中心出现的时间为: 4 月 3 日、4 月 11 日、4 月 18 日、4 月 26 日、5 月 1 日、5 月 6 日、5 月 14 日、5 月 22 日、5 月 29 日、6 月 3 日、6 月 11 日、6 月 17 日、6 月 22 日、6 月 27 日、7 月 3 日、7 月 10 日、7 月 18 日、7 月 23 日、7 月 31 日、8 月 6 日、8 月 14 日、8 月 20 日、8 月 25 日、9 月 2 日、9 月 10 日、9 月 16 日、9 月 23 日、9 月 30 日。

由以上叙述清楚地看出, 这些小雨区平均出现的时间间隔为 7 天左右。这说明东北、华北地区小雨中心具有周期约为一周左右的准周期振荡现象。这种振荡可能和长波活动有关。文献[1]指出, 影响我国天气的冷空气活动具有 2—7 天周期变化。另外, 也有人指出 3—7 天周期尺度的大气运动在总运动中占着相当的比重^[5]。

通过以上对中国旬、候、日平均降水量图的研究, 我们看到长江流域 50mm/旬以上的大雨中心以不连续跳跃方式在东西方向上传播。大雨中心“重现”的准周期约为一个月左右, 并且它的西进是渐变的, 东撤是急变的。华南、华中地区候降水量高值中心区存在周期约为一个月左右的准周期振荡。东北、华北地区日平均降水量小雨中心区存

在周期约为一周左右的准周期振荡。

三、印度中部和中国东部降水关系

印度和中国都是季风盛行的国家,它们春、夏季的降水和季风爆发关系密切,而且印度低压位置的变动对中国夏季的降水也有较大的影响^[6]。但是,这两地区之间的降水究竟存在什么样的联系呢?

为此,本文计算了印度中部和长江中下游、华南地区 5、6、7 月期间月平均降水量的同期相关系数。印度中部地区指 20°N — 27°N , 70°E — 85°E 地区,这正是印度恒河流域和纳巴达河流域。计算结果表示在图 3 上。

图 3a 表明,5 月印度中部地区和长江中下游、华南大部分地区月平均降水量之间存在负相关关系,只有长江三角洲地区是正相关地区。图 3b 表明,印度中部和长江中下游的降水在 6 月转为正相关。正相关系数大的地区是长江中游一带,相关系数超过 0.5。而华南是负相关区,负相关中心区的相关系数超过 -0.4。这些相关系数值超过了临界相关系数的要求。这说明在长江中下游梅雨季节,它的降水和印度中部的降水关系密切;而广大华南地区降水和印度中部的降水呈现为负相关特点。图 3c 表明,7 月降水正相关区出现在长江中游及华南地区,正相关中心仍在长江中游地区。在长江三角洲及东南沿海一带的部分地区是降水负相关区。正负区中心的相关系数分别超过了 +0.5 和 -0.3。

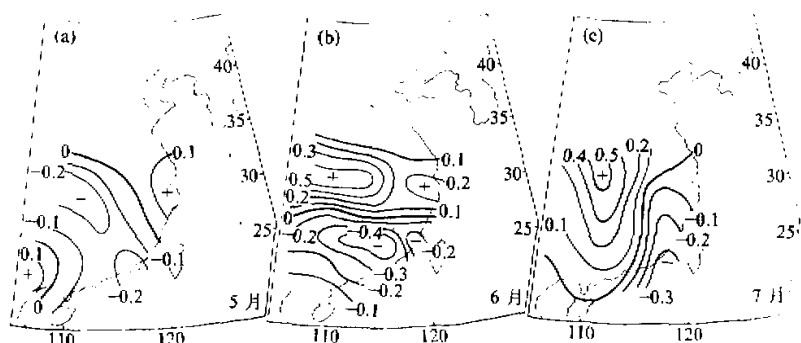


图 3 印度中部和长江中下游、华南地区 5—7 月降水相关系数分布图

通过以上分析,我们看到从 5 月到 7 月,降水正负相关区的位置不是固定不变的,而是随时间作反时针旋转。为什么降水相关场会出现这种分布特征呢?这可以从印度中部和中国东部 5—7 月 850hPa 涡度场的分布得到一些解释。

图 4 是印度中部和中国东部 5—7 月 850hPa 10 年平均的涡度场分布图。由图看到,从 5 月到 7 月印度中部基本上是正涡度区(图略)。但是,5 月中国东部大部分地区是负涡度区,只有长江三角洲地区是正涡度区。6 月长江流域是正涡度区,而华南地区基本上是负涡度区。7 月在长江中下游和华南基本上是正涡度区,只有从长江下游到东南沿海一带的小部分地区是负涡度区。

从涡度场的这种分布看到,如长江中下游、华南地区和印度中部具有相同的涡度分

布时, 这两地区的降水相关系数为正值, 如果具有相反的涡度分布时, 这两地区的降水相关系数为负值, 而涡度场的分布和天气系统的特点紧密相关, 也就是说, 同为高压(低压)天气系统控制这两地区时, 则会出现降水正相关, 而不同时为高(低)压天气系统控制这两地区时, 则会出现降水的负相关。

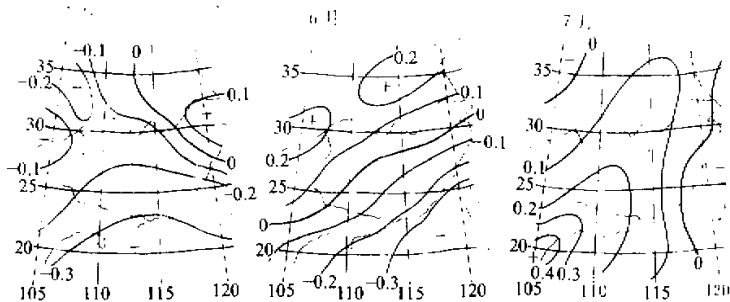


图4 中国东部地区10年平均的850hPa 涡度场分布图($\times 10^{-5}/s$)

四、中国东部和北美西部降水关系

夏季青藏高原东侧的中国大陆上盛行上升气流, 而中、东太平洋和北美西部盛行下沉气流^[2]。夏季中国大陆一点($30^{\circ}N, 115^{\circ}E$)与中、东太平洋和北美西部之间的700hPa 纬向非对称高度存在负相关, 负相关中心区在中、东太平洋, 其中心值为 $-0.633^{[7]}$ 。这表明中国东部与中、东太平洋和北美西部之间的环流具有遥相关。在这里, 我们进一步研究这两地区之间的降水关系。

中国东部地区的降水是以 $30^{\circ} - 35^{\circ}N$ 之间及其附近的中国10个台站降水的平均值为代表。这10个台站是汉口、宜昌、长沙、芷江、重庆、成都、郑州、西安、达县和天水。北美西部地区指美国西北部、西南部和墨西哥北部地区。本文应用了1957—1985年6, 7, 8月的月平均降水资料, 计算了中国东部地区和北美西部地区6, 7, 8月的月平均降水量之间的相关系数, 结果表示在图5上。

图5a表明, 6月在 $25^{\circ} - 40^{\circ}N$ 之间北美西部地区是降水负相关区, 负相关中心区在加利福尼亚湾附近。在负相关区的两侧是正相关区, 正中心有两个: 一个在美国西北部密苏里河南部, 另一个正中心在墨西哥湾西北部。图5b表明, 7月在 $25^{\circ} - 35^{\circ}N$ 之间的北美西部地区仍是降水负相关区, 负相关中心移到加利福尼亚湾南端。而正相关中心出现在密苏里河附近。图5c表明8月负相关区仍出现在美国西部地区, 而墨西哥地区变成负相关高值区, 其中心在加利福尼亚湾南端。密苏里河南部和墨西哥湾西部仍是两个正相关区。综上所述, 北美西部6—8月皆为降水负相关区, 负相关中心开始出现在加利福尼亚湾附近, 以后移到此湾南端和墨西哥西海岸外附近, 负相关系数由 -0.2 增大到 -0.5 以上。另一个特点是美国西北部的密苏里河流域从6月到8月皆为一个正相关地区, 正相关系数由 0.3 增到 0.4 以上, 中心区的相关系数接近并超过了临界相关系数的要求。

通过以上分析,我们看到夏季6—8月中国东部和北美西部地区之间的月平均降水量存在稳定的负相关关系。所以,不论从多年平均的纬圈垂直环流场或是从700hPa纬向不对称高度之间以及月平均降水量之间的相关场来看,中国东部和北美西部及中、东太平洋地区存在着遥相关。

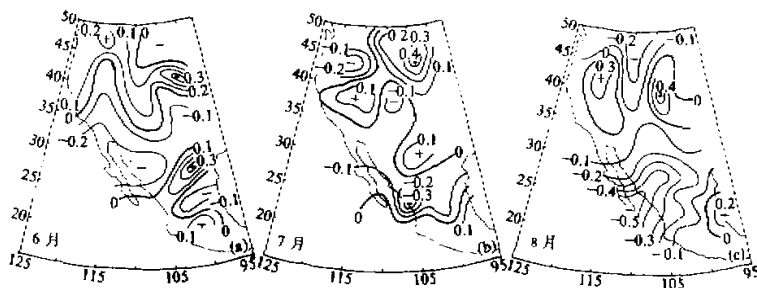


图5 中国东部和北美西部6—8月月平均降水量之间的相关系数分布图

五、结 论

通过以上对中国东部降水特征的分析,以及对中国和印度、北美降水的相关分析,我们看到如下事实:

(1) 长江流域旬降水量高值中心区以不连续跳跃方式在东西方向上传播,这些中心区“重现”的准周期约为一个月左右,而且它的西进是渐变的,约需3个月,东撤是突变的,约需一个月。它和候平均大雨带南北向传播的方式是类似的。

(2) 华南、华中地区候平均降水量高值中心具有准一个月的振荡现象,而东北、华北地区日平均降水量低值中心区具有准一周的振荡现象。

(3) 长江中下游、华南与印度中部5—7月月平均降水量的相关场分布不是固定不变的,而是作反时针旋转。在6月梅雨季节,长江中下游是正相关区,而华南是负相关区。

(4) 中国东部和北美西部6—8月月平均降水量具有稳定的负相关关系,负相关中心区在加利福尼亚湾南部。这进一步使我们看到中国东部和北美西部及中、东太平洋地区存在遥相关。

另外,在这里应该指出的是本文应用的台站数还不够多,今后应用较稠密的台站降水资料来分析这方面的问题也是相当必要的。

参 考 文 献

- [1] 张家诚, 1984, 季风, 气象出版社。
- [2] 杨广基, 1984, 北半球中纬地区平均纬向垂直环流的特征, 大气科学, 8, No. 2, 227—231。
- [3] 高由禧等, 1962, 东亚季风的进退和雨季的起迄, 东亚季风若干问题, 78—87, 科学出版社。
- [4] 章基嘉等, 1981, 我国候降水量与亚洲500hPa候平均环流相互关系的时空结构, 中长期水文气象预报文集, 第二册, p. 240—245, 长江流域规划办公室编。
- [5] 王绍武, 1981, 长期天气过程的尺度结构及形成原因, 中长期水文气象预报文集, 第二册, p. 401—410, 长江流域规划办公室编。
- [6] 王绍武, 1962, 东亚大气活动中心的多年变化与我国的气候振荡, 气象学报, 32, No. 1, 19—36。
- [7] Gambo, K., et al., 1983, Teleconnections in the zonally asymmetric height field during the Northern Hemisphere Summer, J. Meteor. Soc. Japan, 61, No. 6, 829—838。