

东亚、东南亚、南亚地区降水的 年变化和年际变化

杨广基

刘家铭

(中国科学院大气物理研究所) (美国马利兰大学气象系)

提 要

本文应用了1951—1980年4—9月月平均和1961—1970年4—9月旬平均降水资料,研究了东亚、南亚和东南亚降水的年变化和年际变化,分析了中国东部、西部降水差异及长江流域夏季旱涝的特征,结果指出,东亚、南亚和东南亚4—9月200mm以上大雨区分布的总趋势呈西南—东北向,它和西南季风的走向近于一致。在这条大雨带之中,包括了三种不同类型的降水。此外,中国江淮地区旬降水量在7—9月存在周期约为20天左右的准周期振荡现象,它和中国西部的降水分布完全不同。中国华南和华中的降水与El Niño现象具有相反的关系。统计结果表明,长江中下游夏季发生持续性多雨和持续性少雨的机率只有23%,大部分年份属于正常降水年份。最后也讨论了影响长江中下游地区夏季旱涝的环流因素。

一、引 言

印度、中国和日本等地区同处亚洲季风区。从4月到9月,这些地区降水多寡和分布不仅受到季风年变化的影响,而且也受到季风来临早晚、强弱等年际变化的影响^[1-4]。特别当大气环流发生较大的年际变化时,常常引起某些地区降水的异常,形成洪涝或干旱。

当然,降水带位置和强度不仅与大气环流的背景有关,而且也与地形等条件有关。譬如,就影响南亚和东南亚降水的因素来说,还和气团的温湿结构、气流扰动的动力结构以及地形等条件的影响有关^[5]。

研究降水的年变化和年际变化,不仅有利于进一步掌握这些地区降水的气候分布特征及其与大气环流之间的关系,同时也有助于中长期降水预报的研究。

本文应用30年4—9月的月平均和10年4—9月的旬平均降水资料以及10年月平均风场等资料,研究了东亚、南亚和东南亚等地区降水的年变化和年际变化,中国东部、西部的降水特征以及长江流域夏季的洪涝和干旱。

二、东亚、南亚、东南亚月平均降水特征

图1是东亚、南亚、东南亚地区从4月到9月30年平均月降水量图。图中的数字2、

1986年9月23日收到,1987年2月10日收到再改稿。

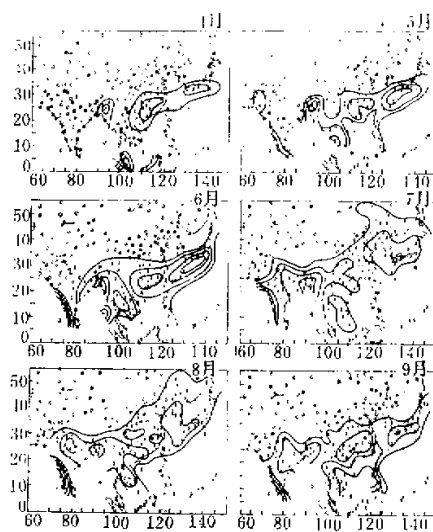


图 1 东亚、南亚、东南亚地区 4—9 月的月平均降水量图

1 和 0 分别表示月降水总量大于 200mm、100—200mm 以及小于 100mm。这里着重研究 200mm/月以上的大雨区分布特征。由图 1 看到:

1. 东亚月平均降水的气候特征 4 月, 200mm 以上的降水范围不大, 仅在中国东部和日本南部有两片小范围的大雨区。但是, 从 4 月到 6 月, 这两片雨区的范围逐渐扩大, 到 6 月它们发展成一条东北—西南向的大雨带, 中心在日本南部, 其量达到 400mm/月。这就是有名的东亚梅雨带。

7—9 月这条雨带又断裂为两部分, 一部分东移到中国东北与日本一带; 另一部分移到中国的西南部。同时大雨区的范围也逐月缩小。

2. 南亚和东南亚的降水特征 4 月, 200mm 以上的降水区只在 25°N 、 90°E 附近, 范围很小。从 5 月到 8 月范围逐月扩大。9 月, 大雨区的范围又缩小到印度东北至孟加拉湾北部。值得注意的是从 4 月到 9 月, 在 25°N 、 90°E 附近地区始终是个大雨中心区。

在东南亚地区, 4—6 月 200mm 以上的大雨区在马来半岛、苏门答腊和加里曼丹岛附近。7—9 月大雨区面积向北扩大到菲律宾一带, 而且大雨区强度增加, 在曾母暗沙一带大雨达到 900mm/月。同时, 我们也看到东南亚大雨区的出现要比印度半岛早。

3. 印度西海岸的降水特点 在西南季风还没有来临的 4 月, 印度半岛的月平均降水量基本上在 100mm 以下。但是, 从 5 月到 9 月, 印度西海岸形成一条南北走向的 200mm 以上的持续大雨带。它的形成和西南季风爬越印度西海岸的西高止山有关^[6]。

通过以上分析, 我们看到 4 月到 9 月 200mm 以上大雨带的分布总趋势是西南—东北向的, 它和西南季风走向近于一致。但是在这条大降水带之中, 大致有三种不同类型的降水, 即主要和东亚环流季节演变有密切关系的东亚大雨区^[8-10]; 受热带辐合带和地形影响

较大的孟加拉湾至东南沿海一带的大雨区;以及主要和西南季风系统、地形影响有关的印度西海岸大雨区。

三、中国东部和西部旬降水量特征

图 2 是中国东部 4 月第 1 旬到 9 月第 3 旬 10 年平均的旬降水量图。该图的范围是 $100^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{E}$ 、 $22.5^{\circ}\text{--}47.5^{\circ}\text{N}$ 。它是利用该范围内每 5 个纬度带中降水台站的旬降水量平均值制成的时间-纬度剖面图。

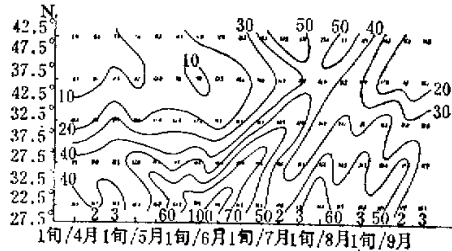


图 2 中国东部 4—9 月旬降水量的时间-纬度剖面图(单位: mm)

由图 2 看到,从 5 月第 2 旬起 50mm/旬以上的大雨带从南向北移动。在 7 月第 3 旬到 8 月第 1 旬之间大雨带到达华北地区南部并发生雨带断裂现象,而后大雨区跳跃到东北地区。大雨区自南而北的移动是和西太平洋副热带高压北上及高空西风急流的减弱相联系的,这可由 115°E 上东西风分量的纬度-高度剖面图清楚地看出(图略)。

此外,在图 2 中我们还可以看到,在大雨带以后旬降水量存在着振荡现象,就旬平均图来看其振荡的准周期约为 20 天左右。而明显的振荡地区是在 $30^{\circ}\text{--}35^{\circ}\text{N}$ 地区,这正是中国的江淮流域及其附近地区。

图 3 是通过中国西部和青藏高原的旬降水量时间-纬度剖面图。55591 站(拉萨)和 51777 站(若羌)分别位于高原的南坡和北坡,这两站的降水可代表青藏高原南北地区的降水特点。图 3 表明,拉萨站的旬降水量在 5 月前是比较小的。从 6 月第 2 旬起降水量逐渐增加,到 8 月第 1 旬雨量达到最大,由 23.3mm/旬增大到 62.3mm/旬。8 月第 1 旬以后,降水量又逐渐减少,到 9 月第 3 旬降水量减小到 6.1mm/旬。而高原北坡台站的降水量从 4 月到 9 月一直非常小,均在 3mm/旬以下。51463 站(乌鲁木齐)和 51076 站(阿勒泰)

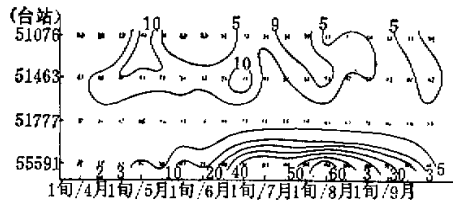


图 3 中国西部(通过青藏高原)旬降水量的时间-纬度剖面图(单位: mm)

位于我国西北部,它们的降水可代表我国西北部的降水特点。从4月到9月,它们的旬降水量一般为几毫米到十几毫米。

由以上的分析看到,中国东部和西部的降水特征完全不同。特别是西部,降水分布比较复杂。高原南坡夏季降水非常充沛,高原北侧雨水一直稀少,而西北地区的降水又界于上述二者之间。

为什么高原南北两侧的降水相差如此悬殊呢?下面将从两个方面讨论这个问题。

图4是 90°E 10年平均的4—9月经向垂直环流图(5、6、7月的图略)。4、5月期间高原南侧是 Hadley 环流型,高原上空和南坡受下沉气流所控制。6—8月随着季风环流型的建立和加强,高原南侧上空由下沉气流区变成上升气流区。到9月,季风环流开始减弱,高原南侧上空又出现了下沉气流区。

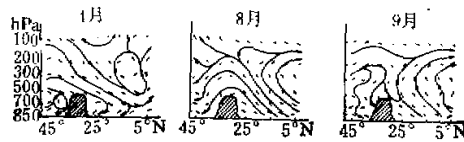


图4 青藏高原地区 90°E 4、8、9月平均垂直环流剖面图

高原北坡从4月到9月一直处于高原北坡的下滑气流控制之下。再往北到中国西北地区,4—9月垂直气流场的一般状况是300hPa以上高空多为上升气流,300hPa以下多为下沉气流。所以,从垂直气流分布的特点可以理解上述不同地区、不同时段降水量的分布状况。一般多雨区对应着上升气流区,上升气流厚度越高其降水量也越大,而少雨区对应着下沉气流区。

此外,由拉萨附近地区(25°N 、 90°E)经向风的时间-高度剖面图(图略)看到,5月以前南风在1.5公里以下,南风强度为 1m/s 。从6月起南风所达的高度升高强度也增大,到8月它的高度超过6公里,中心强度达到 2m/s 。8月以后,南风所达的高度又很快降低,强度也减小。不难看出,高原南侧高山站降水的多寡是和西南季风所达的高度和强度有关,因为这支暖湿的西南气流带来了充足的水汽。高原北坡和西北地区由于地形对西南季风的阻挡,这些地区得不到充足的水汽供给。

四、中国东部的旱涝和 El Niño 现象关系

我们知道影响中国旱涝的气象因素是多种多样的,而海气相互作用就是其中一个因素。以前的研究工作涉及比较多的是它与长江中下游梅雨和华北平原降水的关系^[11,12]。对于 El Niño 现象出现时,它与华南地区降水有何关系,它对华南、华中降水影响有何不同以及华北的降水对此现象有无关系等问题研究得不多,本节将讨论这个问题。

在这里华南地区以赣州、汕头、广州、南宁、海口五站为代表,华中地区以上海、汉口、宜昌、南昌、芷江为代表,华北地区以沈阳、北京、郑州、太原、银川为代表,研究了多雨的月份和整个雨季4—9月的降水特点。

El Niño 年是根据 LoLand paire 研究飓风日数和 El Niño 现象关系时所采用的年份 (取自 Weatherwise Aug. 1985), 从 1900 到 1984 年 El Niño 年共出现 16 年, 在 1951—1980 年的 30 年间有 5 个 El Niño 年即为 1953、1957、1965、1972、1976 年。

我们应用 1951—1980 年 30 年的月平均降水资料, 求出各个时段不同地区的降水平均值, 然后再求出每年不同时段区域的降水值对其区域平均值的偏差, 图 5 就是根据所得的降水偏差值所绘成的。

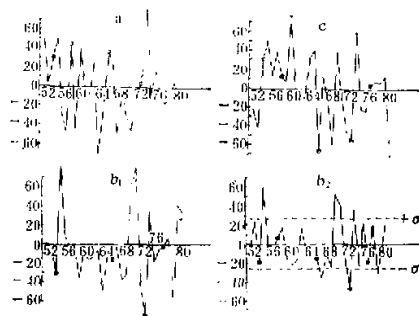


图 5 华南、华中和华北地区 4—9 月期间降水距平曲线图(单位: mm)

图 5a 是华南地区 4—6 月的降水距平曲线。图中圆圈号标的是 El Niño 年, 它表明不论是 4—6 月或 4—9 月(图略), El Niño 年基本上对应降水的正距平值, 但也不完全对应降水正距平最大值。4—6 月的对应关系较之 4—9 月为好。

图 5b₁、b₂ 分别是华中地区 6—7 月和 4—9 月的降水距平曲线分布图。它表明对华中地区, El Niño 年基本上对应降水的负距平值, 但也不是完全对应降水负距平的最大值。6—7 月的对应关系比 4—9 月的好。文献 [11] 中指出, 当赤道东太平洋海温偏高时, 江淮流域少雨。这个结果和我们的研究是一致的。

华北地区不论 7—8 月(图 5c) 或 4—9 月(图略), El Niño 年对应降水正距平和负距平的年份相差不大。所以华北地区降水的多寡与 El Niño 现象关系不大。

通过以上分析看到, 当出现 El Niño 年时, 华南地区易发生多雨现象而华中地区易出现少雨现象, 这两个地区雨季的降水和 El Niño 现象具有相反的关系。华北地区雨季的降水和 El Niño 现象关系不大。这个统计结果有助于中长期降水预报的研究。但是, 我们应该看到, 许多多雨和少雨的年份并不是 El Niño 年, 这说明影响中国东部旱涝的因素是多方面的, 而 El Niño 现象只是其中的一个影响因子。

五、长江中下游地区的旱涝

长江中下游夏季的干旱和洪涝是东亚降水的一个重要问题。这里长江中下游地区是指上节华中五站所代表的地区。降水资料仍用 1951—1980 年 30 年月平均资料。这里遇到的第一个问题是如何确定该地区 4—9 月的降水是属于少雨型还是多雨型。首先, 求出

该地区 4—9 月降水均方差 σ , 并把它值标在图 5b₂ 上, 这样图 5b₂ 被分成三个区域, 即降水距平值大于 $+\sigma$ 的多雨区, 和距平值小于 $-\sigma$ 的少雨区, 以及在 $\pm\sigma$ 之间的降水正常区。图中表明, 在这 30 年中被确定为多雨年的有 1954、1969、1970 和 1973 四年, 少雨年的有 1966、1972 和 1978 三年。从这里我们看到, 在 1951—1980 的 30 年中, 长江中下游正常降水的年份有 23 年占 77%, 多雨年 4 年占 13%, 少雨年 3 年占 10%。

以上是应用 4—9 月降水距平资料确定的多雨和少雨年, 但降水最大的时段是夏季 6—8 月。现在我们进一步来看用这种方法确定的多雨年和少雨年, 其夏季是否确实是多雨或少雨呢?

图 6a、b 分别是四个多雨年和三个少雨年夏季 6—8 月降水距平合成图。由图 6a 看到, 长江中下游多雨年的夏季, 中国最大降水正距平中心恰在该区, 而其南北两侧是降水负距平区。由图 6b 看到, 少雨年夏季降水距平合成值的最大负中心也恰在长江中下游地区, 其南北两侧是降水正距平区。这说明这里给出的气候统计结果不论在雨季 4—9 月还是在夏季 6—8 月都是可信的。同时, 我们也看到长江中下游地区出现持续性多雨和持续性少雨的年份只有 23% 的机率。

长江中下游地区夏季出现多雨和少雨时该区和其四周大气环流系统有什么特征呢? 图 7a、b 分别是 1969 (多雨年) 和 1978 年 (少雨年) 3—7 月 850hPa 流线图 (3 月、7 月图略)。比较 1969 和 1978 年 6、7 月的流场看到, 1969 年 6、7 月期间, 西太平洋副热带高压的位置比 1978 年同期偏西偏南, 由澳大利亚高压辐散出的气流跨越赤道的位置也比 1978 年同期偏西, 而且范围也小。这样, 1969 年 6、7 月这支越赤道气流和西南季风合成一支纬向度较大的西南气流, 偏北风和偏南风的交绥区在 30°N 附近, 它有利于在长江中下游地区形成雨区。而 1978 年 6、7 月, 这支跨赤道气流和西南季风合成一支经向度较大的偏南气流, 致使冷暖空气的交绥区也比较偏北, 约在 35°N 附近, 长江中下游地区处于偏南风的控制之下, 雨区北推到淮河流域及其附近地区。

同时, 由图 7 看到, 1969 年 3 月到 7 月, 西太平洋副热带高压的位置比 1978 年同期持续偏西偏南, 而且, 1969 年澳洲高压辐散出的气流跨越赤道的时间 (5 月) 也比 1978 年 (4 月) 晚。

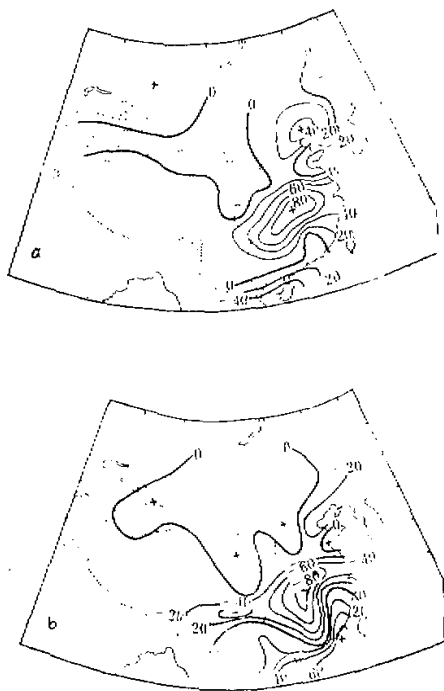


图 6 多雨年 (a—1954、1969、1970、1973) 和少雨年 (b—1966、1972、1978) 夏季 6—8 月降水距平合成图 (单位: mm)

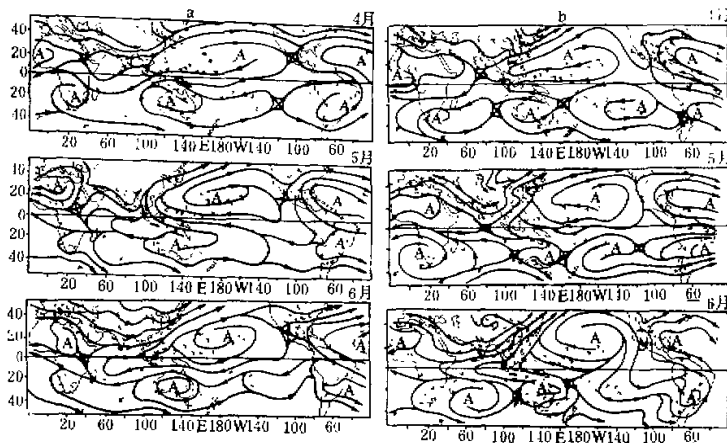


图 7 1969(a) 和 1978 年(b) 4—6 月 850hPa 流线图

六、总 结

(1) 东亚、南亚和东南亚地区 4—9 月 200mm 以上的大雨区分布总趋势呈西南-东北向,它和西南季风走向近于一致。在这条大雨带之中,大致有三种不同类型的降水,即主要和东亚环流季节演变有密切联系的东亚大雨区;受热带辐合带和地形影响较大的孟加拉湾至东南亚一带的大雨区以及主要与西南季风系统和地形影响有关的印度西海岸大雨区。

(2) 中国江淮流域旬降水量在 7—9 月存在周期约为 20 天左右的准周期振荡现象。而青藏高原南坡、北坡以及中国西北地区降水的悬殊差异是与其上空的垂直气流场和水汽供应的不同有关。

(3) 当出现 El Niño 年时,华南地区易出现多雨现象而华中地区易出现少雨现象。这两个地区夏季的降水和 El Niño 现象具有相反的关系。华北地区夏季降水与 El Niño 现象关系不大。

(4) 根据 1951—1980 年 30 年的降水资料,长江中下游地区发生持续性多雨和持续性少雨的机率只有 23%,大部分年份的降水属于正常降水。就影响长江中、下游地区夏季大旱大涝的因素来说,西南季风、源于澳洲的跨赤道气流、西太平洋副热带高压和北方冷空气以及它们的相互作用是这一地区中长期降水预报应考虑的因素。

参 考 文 献

- [1] 郭其德等, 1981, 近三十年我国夏季风盛行期降水的分析, 地理学报, 2 期。
- [2] 张家诚等, 1985, 中国气候, 上海科学出版社。
- [3] Newell R. E. et al., 1972, The general circulation of the tropical atmosphere and Interactions with extratropical latitudes, Vol. 1—2, The General Circulation of Tropical Atmosphere.
- [4] Atkinson, G.D. 1971, Forecaster's Guide to Tropical Meteorology, Air weather service (MAC), united

states Air Force.

- [5] 竺可桢, 1979, 中国气候区域论, 竺可桢文集, 科学出版社.
- [6] Kamage, C. S. 1971, *Monsoon Meteorology*. Academic Press.
- [7] 中科院地球物理研究所, 1966, 西南季风和热带辐合带, 东南亚和南亚的大气环流和天气, 科学出版社.
- [8] 陶诗言等, 1958, 东亚的梅雨期与亚洲上空大气环流季节变化的关系, 气象学报, Vol. 29, No. 2, p. 119—133.
- [9] 叶笃正等, 1958, 在六月和十月大气环流的突变现象, 气象学报, Vol. 29, No. 4, p. 249—263.
- [10] 徐群, 1965, 近八十年长江中下游的梅雨, 气象学报, Vol. 35, No. 4, p. 507—518.
- [11] 陈烈庭, 1977, 东太平洋赤道地区海水温度异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响, 大气科学, 第 1 期, p. 1—12.
- [12] 大气物理所长期天气预报组, 1978, 冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响, 中科院大气物理所集刊, 第 6 号, 科学出版社.

INTRAANNUAL AND INTERANNUAL RAINFALL VARIABILITY OVER EAST ASIA, SOUTHEAST ASIA AND SOUTH ASIA

Yang Guangji

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

Liu Jiaming

(Department of Meteorology, University of Maryland, U. S. A.)

Abstract

The regional distribution of precipitation of more than 200 mm/month appears to be in the southwest-northeast direction that consists with the moved direction of the southwest monsoon in East Asia, Southeast Asia and South Asia during the months from April to September. In this large rainband, there are three different kinds of precipitation, i.e. the rainband of East Asia associated with seasonal variation of the general circulation in East Asia, the rainfall belt from the Bay of Bengal to Southeast Asia influenced mainly by the convergence of monsoon flows (ITCZ) and the dynamical role of topography, and the heavy rain belt in the west coast of India connected with the influences of southwest monsoon and topography.

There are quasi-periodic oscillation of 10-day mean rainfall with quasiperiod of about 20 days in Central China from July to September. When the El Niño phenomena occur, the rainfall amount is rich in South China and poor in Central China. The relationship between El Niño phenomena and rainfall amount is opposite in South and Central China. But, it is uncertain in North China.

The distribution of rainfall is very complex in West China because of the influences of Tibetan plateau. The amount of rainfall at stations located at the south of the plateau increases from April to August and decreases from August to September. The rainfall amount at stations located at the north slope and the moisture with southwest monsoon over these regions.

According to the 30-year precipitation data of 1951—1980, the rate of rainfall of persistent heavy rain and persistent light rain is only 23% in the middle and low Yangtze River Valleys. Most of the 30 years are normal precipitation years. As to the factors that influence the flood and the drought in Yangtze River Valleys, southwest monsoon, crossing equator flows originated from Australia, subtropical high in West Pacific and cold air in Siberia and their interactions are considerable factors to mid-long range forecast of precipitation in Yangtze River Valleys.