

南海海温与我国夏季降水相关关系的研究^{*}

鄢利农

谢 强

(国家海洋局第一海洋研究所) (中国科学院海洋研究所)

胡基福

牛宝山

(青岛海洋大学)

(胜利石油管理局气象处)

近 20 年来,气象工作者一直把赤道东太平洋海温对我国汛期降水的影响作为海-气相互作用中的重要研究课题。陈烈庭(1977)研究了赤道东太平洋地区海温异常变化对我国汛期降水的影响;黄嘉佑(1989)利用相关矩方法分析了赤道东太平洋海温与我国夏季雨日之间的关系;魏凤英等(1992)研究了赤道东太平洋海温等因子与长江流域夏季旱、涝之间的关系及各因子在旱、涝形成中的贡献。研究表明,赤道东太平洋海温对我国降水有显著影响。

南海地处赤道西太平洋边缘,是低纬热带海域,它位于季风气流上游,是我国夏季降水的水汽和各种能量的重要源地之一,因此该海域海表面温度(简称海温)的变化与季风环流的相互作用可直接影响我国东部低纬地区的降水。罗绍华等(1985)曾作过南海海温与长江中、下游夏季降水的相关分析,分析结果认为,南海前期海温变化与长江中、下游夏季降水有密切关系,即前期海温偏暖时,长江中、下游夏季降水往往偏多,反之,前期海温变冷时,降水少。但是,由于上述研究是利用 1951—1972 年的资料,而且仅限于长江中、下游地区与南海海温的相关分析,因而还不尽如人意。随着南海海温资料 and 我国降水资料的不断累积,为进一步深入研究南海海温变异与我国降水的关系提供更好的条件,本文试图通过分析南海前期各季海温与长江中、下游和东南沿海地区的降水关系,找出在海温影响下的降水分布特征及早、涝出现规律,为长江中、下游和东南部地区旱、涝的长期预测提供依据。

一、资料处理

本文采用 107.5° — 117.5° E, 17.5° — 25° N 范围内 $5^{\circ}\times 5^{\circ}$ 网格点(共 12 个格点)的月平均海温资料,资料长度为 1950—1990 年。降水资料取 1951—1990 年 6—8 月长江中、下游和东南沿海地区 65 个台站的降水量。南海前期各季海温的对应月份为:夏季(前一年的 6—8 月),秋季(前一年的 9—11 月),冬季(前一年 12 月至当年 2 月),春季(当年 3—5

* 收稿日期:1997 年 10 月

月),海温是取 12 个格点的平均海温。

二、结 果

(一)6—8 月降水量时空分布特征及其旱、涝指数

为了了解长江中、下游和东南沿海地区夏季降水的主要分布特征及变化的主要趋势,首先根据上述地区 65 个测站的 40 年 6—8 月降水总量的距平资料作 EOF 分解。取前五个特征向量作为基本雨型,表 1 列出前五个特征向量的方差贡献及其累积方差贡献率。

表 1 前五个特征向量的方差贡献

特征值序号	特征值	方差贡献(%)	累积方差贡献(%)
1	52.811	24.114	24.114
2	30.170	13.776	37.890
3	15.611	7.128	45.018
4	14.168	6.470	51.488
5	12.344	5.636	57.124

由表 1 可见,前五个特征向量可解释原始雨量平均方差的 57%。因此,前五个特征向量的空间分布可作长江中、下游地区和东南沿海地区 6—8 月降水量的主要雨型,其中前两个雨型占总方差的 38%。下面我们仅对前两个主要雨型进行简单的分析。

图 1a 描述了第一雨型的分布特征。由图可见,从东到西的温州、永安、赣州、桂林等站一线的以北地区为一片负值区,负中心约在武汉、九江等站附近;以南地区为一片正值区,正中心约在闽侯、厦门附近,负中心显著强于正中心。正、负区分布说明南北雨量趋势相反,即此线以北地区为多(少)雨趋势时,则以南地区为少(多)雨趋势。

为了分析雨型主要分布趋势的出现规律,我们又相应地绘制了第一主成分(时间系数)的逐年变化曲线(图 1b)。由于主成分出现正值的年份对应第一特征向量负值区在该年份是出现少雨趋势,而正值区在该年份是多雨趋势;反之,在主成分是负值年份对应负值区在该年份是多雨趋势,而在正值区在该年份则是少雨趋势。因此,我们把第一主成分出现的较大正值与较大负值超过某一标准作为研究区域的旱、涝指数。这里我们规定主成分的正值(或负值)超过它的标准差 $\sigma(\pm 7.26)$ 时,作为研究区域的旱、涝指数。根据主成分的时序曲线,可以确定 1954 年、1956 年、1969 年、1980 年、1983 年、1989 年为长江中、下游地区的大涝年;1959 年、1961 年、1966 年、1972 年、1978 年、1985 年是大旱年,这些结果与冯佩芝(1985)的结论是一致的。

图 2a 描述了第二雨型分布特征,约在 30°N 以北、即杭州、九江、宜昌等站一线以北是一片负值区,而此线以南是一片较强的正值区,正中心在桂林、梧州、曲江、广州、梅县、汕头等站附近。而在湛江、海口附近有弱负中心,就是说第二主要雨型,长江中、下游地区和东南沿海地区的雨型分布趋势是一致的,都是正值区,与北边(江淮流域)和南边(湛江与海口附近)的雨量分布趋势相反。图 2b 是第二主成分的时序曲线,主成分的较大正值出现

在 1954 年、1959 年、1968 年、1977 年,说明这些年份在长江中、下游地区和东南沿海地区是多雨年份,同时可见反映在第一主成分的大涝年(1954 年)在第二主成分中也有明显地反映,尽管符号相反,但是与各月的特征向量相乘雨量趋势一致,说明该年在长江中、下游地区涝情特别严重,而其它多雨年份由于在第一主成分中没有出现,因此不能造成大涝。出现较大负值的 1956 年、1963 年、1989 年在长江中、下游和东南地区是少雨年份,但不足造成大旱年。

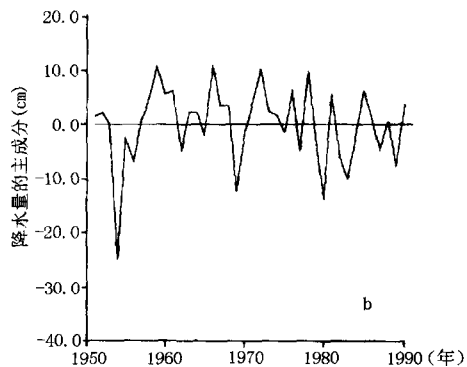
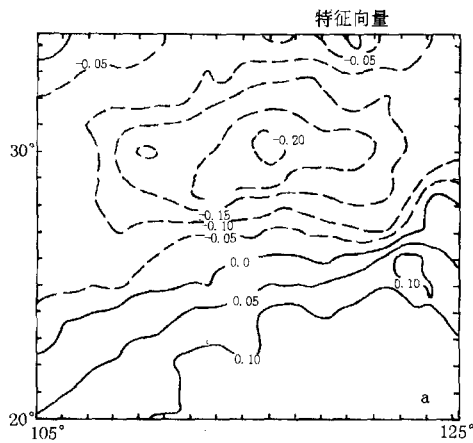


图 1 6—8 月降水量第一特征向量分布(a)
及其时间系数时序曲线(b)

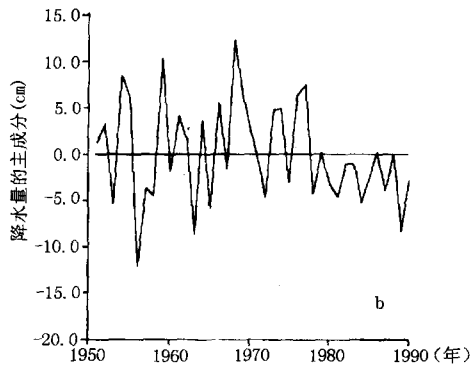
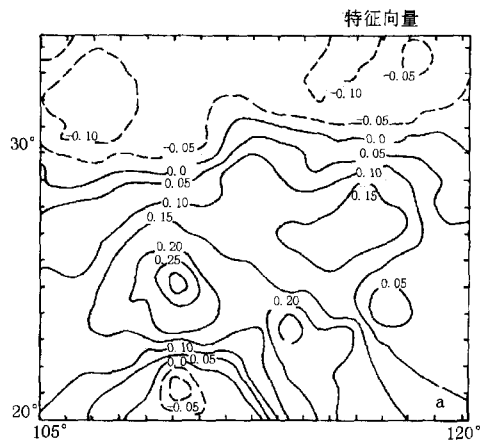


图 2 6—8 月降水量第二特征向量(a)
及其时间系数时序曲线(b)

(二)前期海温与降水之间相关分析

为了分析南海前期海温对 65 个站 6—8 月降水的影响,我们分别计算了夏季(前一年的 6—8 月)、秋季(前一年的 9—11 月)、冬季(前一年的 12 月至当年 2 月)、春季(当年 3—5 月)的海温与当年的 65 个台站 6—8 月降水量的相关系数,并绘制了相关分布图(图 3)。通过分析可见:(1)冬、春二季为正负分布,中心位置及其强度十分相似,说明从冬到春海温对 65 个台站 6—8 月降水量的影响有较强的持续性,而且北边为负区,长江中、下游为正值区;(2)夏、秋两季的相关分布特点也十分相似,说明从夏到秋海温对 65 个台站降水量的影响也具有持续的性;(3)从前期海温与降水场相关分布的演变

来看,大体上为夏—秋—冬—春,正相关区逐渐变得显著,负相关区变得不显著,而且敏感区是在长江中、下游地区,这说明前期海温变暖,特别是冬、春二季变暖,长江中、下游地区6—8月为多雨季节。

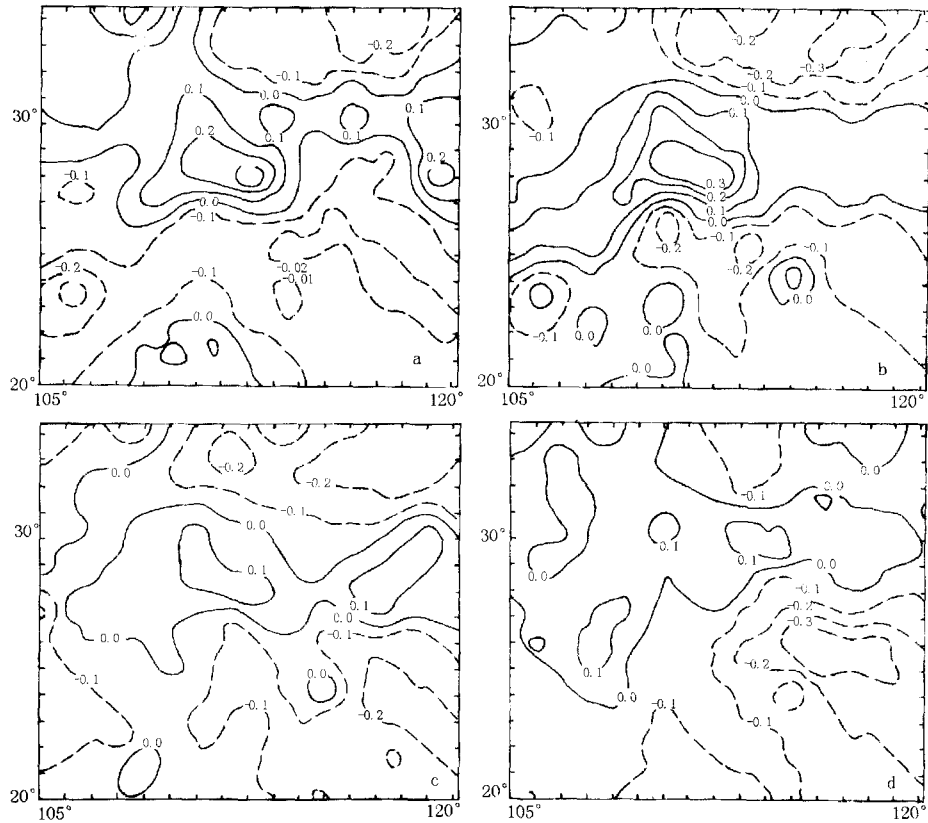


图3 前期各季海温与65个台站6—8月降水总量相关分布图

a. 春; b. 冬; c. 秋; d. 夏

由图3可知,长江中、下游地区与前期海温主要是正相关,而且有逐渐变强的趋势;而东南沿海地区主要是负相关,亦是逐渐变强的趋势,说明在前期海温的影响下,二区降水的趋势是相反的。

(三)前期海温与旱、涝指数的相关矩分析

二标准化变量时间序列对应时刻相乘而组成的新时间序列称为二变量的相关矩(黄嘉佑,1989)。因此若 x_t 与 $y_t (t=1, 2, \dots, n)$ 为二标准化时间序列,则定义在 t 时刻的乘积为

$$c_t = x_t y_t (t=1, 2, \dots, n)$$

上式称为 x_t 和 y_t 两变量的相关矩。显然,相关矩的平均值就是相关系数。因此 $c_t (t=1, 2, \dots, n)$ 可表示二变量在 t 时刻的相关程度。

这里,把6—8月份降水量的第一主成分序列作为旱、涝指数序列,记为 $y_1, y_2, \dots, y_n$ 把前期各季平均海温第一主成分(累积方差贡献率均在50%以上)序列记为 $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$

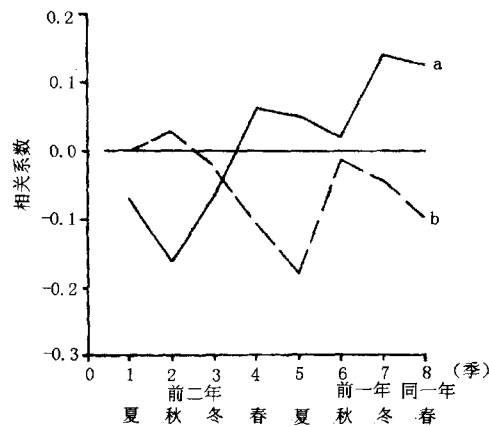


图4 前期二年各季海温与长江中、下游(a)和东南地区(b)降水相关变化曲线
($i=1,2,3,4$)。

根据相关矩的定义,则各季海温与降水旱、涝指数的相关矩应为

$$c_{it} = x_{it}^0 y_i^0 \quad (i=1,2,3,4; t=1,2,\dots,n)$$

式中, x_{it}^0 与 y_i^0 分别为标准化变量,即

$$x_{it}^0 = \frac{\bar{x}_{it} - \bar{x}_i}{\bar{s}_i} \quad y_i^0 = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}}{\bar{s}_y} \quad (i=1,2,3,4; t=1,2,\dots,n)$$

式中, $\bar{x}_i$ 、 $\bar{y}$ 和 $\bar{s}_i$ 、 $\bar{s}_y$ 分别为 $\bar{x}_{it}$ 与 $\bar{y}_i$ 的平均值与标准差。

相关矩的标准差大都接近于 1.0,它反映了相关矩的变化幅度,本文规定相关矩绝对值 ≥ 1.0 时,作为相关显著的标准,并可作旱、涝指数与前期各季海温之间的相关矩来表示二者之间逐年的相关程度。图 5 表示前期各季海温与旱、涝指数的相关矩时序曲线,由图可看出:(1)相关矩的年际变化较大,尤其冬、春两季最明显,夏、秋次之;(2)各季相关矩虽不尽相同,但相关矩绝对值大的年份基本一致,说明各季海温与旱、涝的相关关系具有一定的持续性,但是,春、冬季与秋、夏季各具有较强的持续性;(3)海温与旱、涝的关系既有正相关(1954 年、1972 年、1983 年、1989 年),又有负相关(1956 年、1966 年、1980 年),这说明海温与旱、涝的关系不是简单的线性相关关系;(4)历史上长江中、下游地区几次重大旱、涝都在各季相关矩最大正值或最大负值中有所体现,例如大涝的 1954 年、1972 年、1980 年、1983 年、1989 年,大旱的 1966 年及 1978 年。

三、结 论

首先确定了长江中、下游和东南地区的旱、涝指数,然后根据前期南海海温因子,利用相关关系和相关矩等方法分析了海温对长江中、下游和东南地区 65 个台站 6—8 月份降水的影响。

(1)根据长江中、下游和东南地区的第一雨型所对应的时间权重系数所确定的旱、涝指数能客观地、准确地反映近 40 年来该地区的大涝与大旱年份。

(2)南海前期各季海温与长江中、下游和东南地区 6—8 月降水量有较好的相关关系,

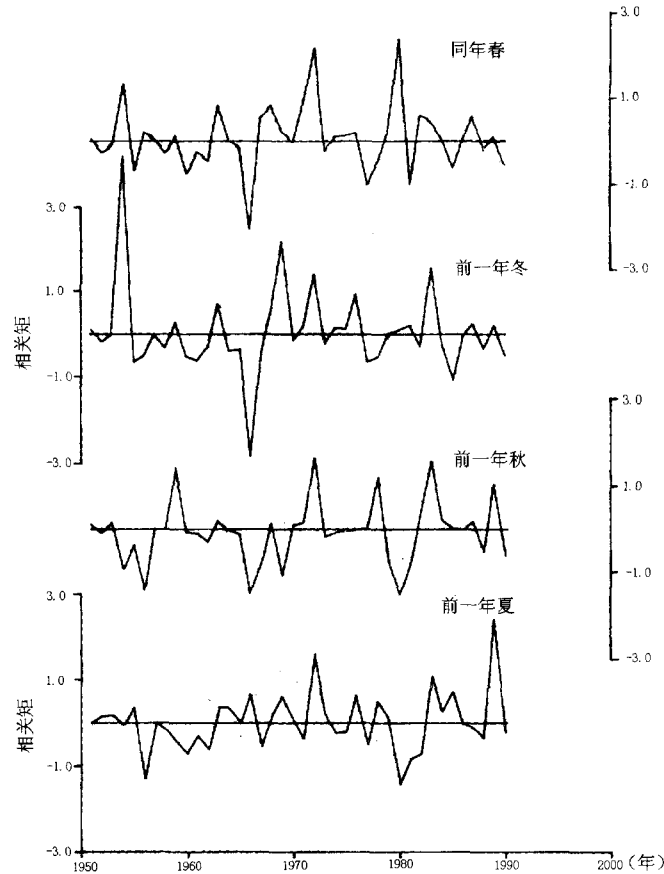


图5 南海前期各季海温与旱、涝指数的相关矩时序曲线

因而当南海前期(尤其冬、春季)海温增暖时,长江中、下游地区6—8月多雨;海温变冷时,为少雨。东南沿海地区则相反。

参 考 文 献

- 冯佩芝等,1985,中国主要气象灾害分析,气象出版社,7—8。
- 陈烈庭,1977,东太平洋赤道地区 SST 异常对热带大气环及我国汛期降水的影响,大气科学,1(1):1—12。
- 罗绍华、金祖辉、陈烈庭,1985年,印度洋和南海海温与长江中、下游夏季降水的相关分析,大气科学,9(3):314—320。
- 黄嘉佑,1989,赤道东太平洋海温与我国夏季雨日的相关矩分析,气象学报,47(2):475—478。
- 魏凤英、张先恭,1992,影响长江流域异常旱涝的因子分析,应用气象学报,3(2):322—327。
- Harold, C. F., J. B. terence, P. H. Bruce and E. K. John, 1971, Multivariate techniques for specifying tree-growth and climate relationships and for reconstructing anomalies in paleoclimate, *Journal of Applied Meteorology*, 10(5):845—865。

STUDY ON RELATION OF SOUTH CHINA SEA SST TO PRECIPITATION OF CHINA IN SUMMER

Yan Linong

(First Institute of Oceanography, SOA)

Xie Qiang

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

Hu Jifu

(Ocean University of Qingdao)

Niu Baoshan

(Shengli Petroleum Administration, Dep. Meteo.)

ABSTRACT

The drought/flood index of precipitation in summer was determined based on the first component of precipitation total amount from June to August for 65 stations. Then, the relationship between the preceding South China Sea SST and the drought/flood in the middle and lower reaches of the Changjiang River valleys and the southeastern region were studied by using the correlation matrix. The relationships were shown principally by the abnormal drought/flood years, the correlation of the preceding SST with the drought/flood were persistent for a certain period and indicated that the preceding SST contributed significantly to the formation of drought /flood in the middle and lower reaches of the Changjiang River valleys. The results provide the reference for long-range forecast of drought/flood.