

黄河下游降水与海温的关系

葛朝霞

(淮海大学水文水资源及环境学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 :采用相关、回归分析的方法 ,对黄河下游降水与全球海温的关系进行了分析 .揭示了不同海区的海温对降水的影响 ,寻找出关键区和关键时段 .建立了主汛期 7、8 月降水的预报方程 ,为黄河下游旱涝趋势预报提供了可靠的预报因子 .

关键词 :降水量 ;海温 ;相关分析 ;旱涝趋势预报

中图分类号 :P426.615 ;P731.11 文献标识码 :A 文章编号 :1000-1980(2001)04-0019-04

黄河下游地区是我国重要的经济区 ,旱涝天气的出现对该地区国民经济影响很大 ,严重时对人民的生命、财产构成巨大的威胁 .研究该地区旱涝天气产生的根本原因 ,掌握规律 ,对于防灾减灾、合理开发和利用水资源、加快经济发展 ,都具有十分重要的意义 .旱涝天气的出现与降水量的多少密切相关 ,而大气环流的异常引起降水量异常是旱涝天气出现的根本原因 .影响大气环流的因子很多 ,其中海温的影响越来越引起人们的关注 .许多研究已经表明 ,海温异常对江淮流域的降水有显著的影响^[1] .对于小范围海温与黄河流域的降水的关系也有过一些研究^[2] ,但就黄河流域某一确定地区的降水量与全球海温之间的关系研究得不多 .本文详细分析了全球 11 个海区的海温与黄河下游地区降水的相关关系 ,较全面地了解了海温对该地区降水影响的关键时段和关键区 ,试图挑选出最佳预报因子 ,建立海温与降水之间的回归关系 ,为作出较准确的旱涝趋势中长期预报打下基础 .

1 资料、资料处理与方法

1.1 资料

- a. 选用 ECMWF 提供的 1954 ~ 1989 年全球海温资料 ,网格距为 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$.
- b. 采用国家气象中心全国 160 站 ,1951 ~ 1992 年逐月降水资料 .

1.2 资料处理

为了解全球各大洋不同部位对黄河下游降水的影响 ,考虑到洋流的特性 ,将大洋分为 11 个海区 ,详见表 1 .

表 1 海区的划分

Table 1 Partition of sea regions

大 洋	编 号	海 区	经 度 范 围	纬 度 范 围
太平洋	1	亲 潮	122.5°E ~ 177.5°E	27.5°N ~ 17.5°N
	2	黑 潮	167.5°E ~ 167.5°W	62.5°N ~ 32.5°N
	3	北赤道洋流	137.5°E ~ 147.5°W	22.5°N ~ 2.5°N
	4	加利福尼亚洋流	122.5°W ~ 97.5°W	32.5°N ~ 7.5°N
	5	北赤道洋流中西段	147.5°E ~ 177.5°E	27.5°N ~ 2.5°N
	6	赤道东太平洋洋流	122.5°W ~ 77.5°W	27.5°N ~ 2.5°N
印度洋	7	北印度洋流	47.5°E ~ 102.5°E	27.5°N ~ 2.5°N
	8	南印度洋流	27.5°E ~ 112.5°E	2.5°S ~ 32.5°S
大西洋	9	北大西洋洋流	62.5°W ~ 2.5°W	62.5°N ~ 42.5°N
	10	大西洋中偏北部	62.5°W ~ 2.5°W	47.5°N ~ 17.5°S
	11	大西洋东南部	32.5°W ~ 2.5°W	12.5°S ~ 27.5°S

在 160 个测站的降水资料中选取 10 个(测站位置见表 2),用 10 站降水量的平均值,代表黄河下游地区的降水量。

表 2 黄河下游 10 站资料

Table 2 Data of 10 gauging stations on the lower reaches of the Yellow River

站号	站名	经度	纬度	站号	站名	经度	纬度
34	天津	117.17°E	39.1°N	39	烟台	121.4°E	37.53°N
35	石家庄	114.42°E	38.03°N	40	青岛	120.33°E	36.07°N
36	德州	116.32°E	37.43°N	41	潍坊	119.08°E	36.7°N
37	邢台	114.5°E	37.07°N	42	济南	116.98°E	36.68°N
38	安阳	114.37°E	36.12°N	43	临沂	118.35°E	35.05°N

1.3 方法

a. 降水和海温具有明显的区域特征和季节性特征,为消除地理和季节差别的影响,对降水及海温序列进行标准化处理.标准化公式为

$$x_t^* = (x_t - \bar{x})/S_x \qquad y_t^* = (y_t - \bar{y})/s_y \qquad (t = 1, 2, \dots, n)$$

式中: n ——资料的年限; x_t, y_t ——预报因子和预报对象原序列; x_t^*, y_t^* ——标准化序列; $\bar{x}, \bar{y}$ ——平均值; S_x, s_y —— x, y 的均方差,定义为

$$S_x = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad s_y = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

b. 逐月计算降水序列与各大海区海温序列的同期及超前相关系数,其定义为

$$r_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^* \cdot y_i^*$$

c. 取信度进行相关显著性检验.采用 t 检验,公式为

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \cdot r$$

d. 建立黄河下游主汛期(7、8月)回归预报方程。

2 相 关 分 析

2.1 同期相关

相关计算结果表明,各月的降水与海温都具有一定的相关关系.尤以 6、8、9 月和 11 月相关显著,超过了 0.05 的信度.不同的月份相关显著的海区各不相同.6 月的降水与黑潮区海温的正相关系数达 0.413 5,8 月的降水与南印度洋海温负相关系数为 0.336 2,9 月的降水与赤道洋流区、加利福尼亚洋流区、东南太平洋流和南印度洋洋流区的负相关系数分别为 0.535 4、0.344 2、0.328 1、0.382 6,11 月的降水与北印度洋洋流区、大西洋北部洋流区和东南大西洋洋流区的相关系数分别为 -0.527 8、+0.755 2、-0.346 4.由此可见,海温与黄河下游地区降水的关系是十分密切的,可以作为该地区降水预报因子。

2.2 超前相关

作为预报因子,时间上超前才有预报价值.笔者计算了比降水序列超前 1~12 月的相关系数,超过 0.05 信度的相关系数如下(括号内的数依次表示为降水的月份、海温的月份、海区序号;当第二位数大于第一位数时,则第二位表示为前一年的月份):

降水与第 1 海区海温的相关系数为

$$r(9, 2, 1) = 0.3376 \qquad r(9, 3, 1) = 0.3717 \qquad r(11, 10, 1) = -0.4560$$

降水与第 2 海区海温的相关系数为

$$\begin{aligned} r(3, 11, 2) &= 0.3311 & r(6, 6, 2) &= 0.4135 & r(7, 1, 2) &= 0.3422 \\ r(7, 3, 2) &= 0.3680 & r(7, 5, 2) &= 0.3894 \\ r(8, 11, 2) &= 0.3491 & r(11, 3, 2) &= 0.3374 \end{aligned}$$

降水与第 3 海区海温的相关系数为

$$r(9, 5, 3) = -0.3380 \quad r(9, 6, 3) = -0.4060 \quad r(9, 8, 3) = -0.3861$$

降水与第 4 海区海温的相关系数为

$$r(9, 4, 4) = -0.5180 \quad r(9, 5, 4) = -0.4840 \quad r(9, 6, 4) = -0.4013$$

$$r(9, 7, 4) = -0.4429 \quad r(9, 8, 4) = -0.3442$$

降水与第 6 海区海温的相关系数为

$$r(4, 2, 6) = 0.3287 \quad r(9, 7, 6) = -0.3493$$

降水与第 7 海区海温的相关系数为

$$r(2, 11, 7) = -0.3508 \quad r(5, 1, 7) = 0.3821 \quad r(5, 3, 7) = 0.3547$$

$$r(5, 4, 7) = 0.4011 \quad r(8, 6, 7) = -0.3376 \quad r(11, 1, 7) = -0.3560$$

$$r(11, 3, 7) = -0.3255 \quad r(11, 12, 7) = -0.4464 \quad r(12, 9, 7) = -0.3255$$

降水与第 8 海区海温的相关系数为

$$r(7, 6, 8) = -0.3285$$

降水与第 9 海区海温的相关系数为

$$r(7, 12, 9) = 0.4445 \quad r(11, 12, 9) = 0.3907$$

降水与第 10 海区海温的相关系数为

$$r(5, 11, 10) = 0.3427 \quad r(8, 6, 10) = -0.3356$$

$$r(8, 11, 10) = 0.3452 \quad r(8, 12, 10) = 0.3285$$

降水与第 11 海区海温的相关系数为

$$r(7, 1, 11) = -0.3938$$

由计算结果可见,除北赤道洋流中西段海区外,其余海区的前期海温与黄河下游降水(除 1 月和 10 月外)都有较高(信度大于 0.05)的相关关系,说明前期海温是影响黄河下游降水的重要因子之一。但与不同月份降水相关密切的海区和超前的月份各不相同。2 月的降水与前一年 11 月北印度洋海区的海温负相关。3 月的降水与前一年 11 月亲潮洋流区的海温呈正相关。4 月的降水与 2 月赤道东太平洋海温正相关。5 月的降水主要与北印度洋洋流区 1、3、4 月的海温呈正相关。7 月的降水除了与黑潮洋流区的 1、3、5 月的海温呈正相关外,还与 6 月南印度洋海温负相关,与前一年 12 月北大西洋洋流海温呈正相关。8 月的降水主要与大西洋中偏北部洋流区的海温相关密切,与前一年 11、12 月呈正相关,与当年 6 月呈负相关,还与前一年 11 月黑潮区的海温正相关,与 6 月北印度洋海温负相关。对 9 月降水产生影响的海区比较多,主要相关区在北赤道、加利福尼亚和亲潮洋流区。与 5、6、8 月北赤道洋流区海温及 4~8 月加利福尼亚洋流区海温呈负相关,与亲潮洋流区 2、3 月的海温正相关。此外,还与赤道东太平洋 7 月份的海温负相关。与 11 月降水相关密切的海区在北印度洋洋流区,前一年冬季 12、1 月及初春的 3 月为负相关,直至当月仍保持较显著的负相关。另外,还分别与 10 月亲潮、前一年 12 月北大西洋洋流区的海温呈负、正相关。6、10 月的降水也有相关较好的海区,但没有超过 0.05 的信度。

2.3 主要结论

a. 黄河下游降水与海温关系密切,特别是汛期的 7~9 月和秋季的 11 月相关海区比较集中,可以很方便地利用前期关键海区、关键时段的海温做后期降水的预报。

b. 7 月的主要关键区是黑潮区,关键时段为当年的 1、3、5 月。当关键时段黑潮区的海温偏高(低)时,降水将偏多(少)。

c. 8 月的主要关键区是大西洋中偏北部洋流区,关键时段为前一年 11、12 月和当年 6 月。当前一年 11、12 月关键区的海温偏高(低)时,降水将偏多(少);6 月关键区的海温偏高(低)时,降水将偏少(多)。

d. 9 月的关键区为北赤道、加利福尼亚和亲潮洋流区,当 5、6、8 月北赤道及 4~8 月加利福尼亚洋流区海温偏高(低)时,降水将偏少(多);当 2、3 月亲潮洋流区海温偏高(低)时,降水将偏多(少)。

e. 北印度洋洋流区为 11 月的主要关键区,当前一年 12 月及当年的 1 月、3 月关键区的海温偏高(低)时,降水将偏少(多)。

3 回 归 分 析

有关研究表明^[3],用海温作大范围降水趋势预报,效果是明显的.笔者各挑出 6 个因子分别建立了 7、8 月降水预报方程:

$$y_7 = 210.48 + 0.11x_1 - 0.98x_2 + 1.26x_3 + 1.58x_4 + 1.66x_5 - 3.39x_6$$
$$y_8 = 147.3 + 0.45x_1' - 3.42x_2' - 3.16x_3' - 10.16x_4' + 11x_5' + 6.76x_6'$$

式中: y_7 ——7 月的降水量; $x_1 \sim x_6$ ——北大西洋洋流区前一年 12 月、南印度洋 6 月,以及黑潮海区 1、3、5 月、大西洋东南部 1 月的海温; y_8 ——8 月降水量; $x_1' \sim x_6'$ ——黑潮海区前一年 11 月、北印度洋 6 月、南印度洋 8 月、大西洋中偏北部 6 月及前一年 11、12 月的海温.

用 1955~1988 年的资料对回归方程的预报效果进行验证,7 月份误差小于 30% 的占总年份的 60%,8 月份占 62%.误差大于 50% 的,7 月份只占 8%,8 月份占 20%.显然用该方程作预报对有些年份来说精度还不够,这本是情理之中的事.影响降水的因子是很复杂的,要提高预报精度,还必须考虑其他因子的作用,在方程中增加其他相关显著的因子,无疑海温应该是其中的一个重要影响因子.

4 结 语

研究证明,黄河下游的降水与海温的关系密切,海温可以作为黄河下游降水预报的重要因子之一.不同月份的降水相关显著的关键海区和关键时段不同,可分别建立预报方程.但要提高预报精度还需考虑其他因子的作用.今后将进一步考察其他因子与降水的相关关系,在预报方程中引入其他影响显著的因子,不断提高预报精度,尽快将预报成果应用到生产实践中去.

参考文献:

[1] 章淹.1983 年长江流域的异常大雨与海温异常[J].海洋学报,1985(1):21~23.
[2] 黄荣辉,李维京.夏季热带西太平洋上空的热源异常东亚上空副热带高压影响及其物理机制[J].大气科学,1988(特刊):107~117.
[3] 会议技术小组.第四次长江流域中长期水文气象预报讨论会技术小结[A].见:长江流域规划办公室主编.中长期水文气象预报文集[C].北京:水利电力出版社,1979.1~7.

Relationship Between Sea-Surface Temperature and
Precipitation on Lower Yellow River

GE Zhao-xia

(College of Water Resources and Environment , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract By use of correlation and regression analysis , the relationship between global sea-surface temperature (SST) and precipitation on the lower reaches of the Yellow River is studied. The influences of SST on precipitation in different sea regions are revealed , and the key regions and the key phases are explored. Then a predictive equation for the main flood season during July and August is deduced , which can provide reliable predictors for the prediction of the drought and water-logging trend on the lower reaches of the Yellow River.

Key words :precipitation ; SST ; correlation analysis ;drought and water-logging trend prediction