

冬季中纬度海气相互作用与 长江中下游汛期旱涝预测*

赵永平 陈永利
(中国科学院海洋研究所)

贾瑞丽
(国家海洋局青岛海洋预报台)

中纬度海洋的热力状况对大气环流的维持和变化起着重要的作用,尤其在冬季。汛期的研究表明,冬季黑潮海域海表面水温(SST)与长江中下游和华北平原汛期降水有密切的关系(中国科学院大气物理研究所长期预报组,1978),夏季阿留申海域的 SST 异常与北太平洋上空大气环流场和后期秋季美国的气温和降水亦存在有意义的关系(Namias, 1976)。赵永平(1986a; 赵永平, McBean, 1996)和 Zhao and McBean (1989)曾用北太平洋海洋对大气加热场资料详细地分析了其时空分布特征,揭露了黑潮及邻近海域海洋异常加热对同期和后期半年至一年北半球大气环流的影响事实,并提出用海洋异常加热对同期和后期大气环流作用的反相性假说来进行解释。以上研究表明,冬季中纬度海洋异常加热与大气环流的异常和我国汛期旱涝之间存在一定的联系。

冬季黑潮和湾流海域是中纬度海洋的两个巨大热源,它们对同期和后期大气环流有重要影响。本文研究了冬季中纬度黑潮和湾流海域海洋异常加热对夏季副热带高压和中高纬度西风环流的影响,讨论了长江中下游汛期旱涝前期冬季和同期大气环流型。结果表明,冬季东亚和北美冷空气都强时,黑潮和湾流海域对大气异常多加热,夏季西太副热带高压、乌山和鄂海阻塞高压多趋减弱,中纬环流平直,形成长江中下游偏旱的环流形势;反之,西太副热带高压、乌山和鄂海阻塞高压多趋加强,中纬槽脊系统明显,形成长江中下游偏涝的环流场。本文还对可能的物理过程进行了讨论。

一、资料和海洋异常加热指数的选取

北太平洋海洋加热场采用 N. Clark 计算并由 Talley (1984) 所描述的资料,时间长度为 1950 年 1 月—1979 年 12 月;北半球海平面气压场 (SLP) 和 500hPa 高度场资料取自中央气象局,时间长度分别为 1951 年 1 月—1989 年 12 月和 1951 年 1 月—1992 年 12 月。对以上资料首先求出距平值,然后进行 3 个月滑动滤波,从而获得去除了年变化

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2441 号。
本课题为国家自然科学基金资助项目第 49646007 号。
收稿日期: 1995 年 8 月 27 日。

和 3 个月以下小扰动的样本资料系列。由于缺少实时海洋加热场的精确资料,同时考虑到实际应用方便和及时,根据冬季同期大气与海洋异常加热之间相互作用的正反馈特征 (McBean 等, 1996), 采用阿留申低压和冰岛低压南侧海平面气压距平值作为黑潮和湾流海域海洋异常加热的指数,取值范围分别为 30°N — 40°N , 160°E — 180°E 和 30°N — 40°N , 30°W — 60°W 。图 1 为黑潮海域 (25°N — 30°N , 130°E — 150°E ; 30°N — 35°N , 130°E — 160°E) 海洋异常加热与其指数之间的关系,样本数为 30, 相关系数为 -0.81 ,二者相关信度远超过 0.001,表明该区 SLP 变化对来自海洋的异常加热有很好的代表性。同样,湾流海域海洋异常加热指数也具较好的代表性。

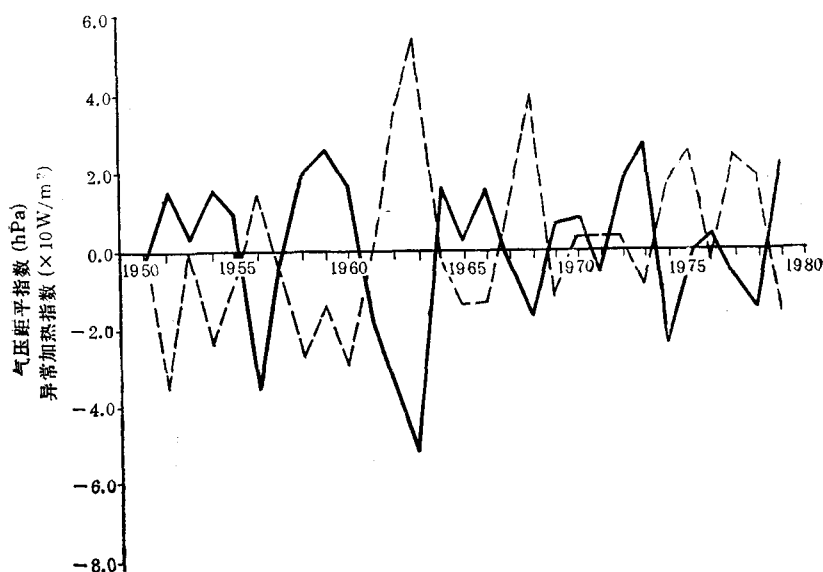


图 1 黑潮海域海洋异常加热指数(实线)与该海域海洋异常加热海平面气压距平指数(虚线)的关系

二、冬季中纬度海洋异常加热对北半球大气环流异常的作用

1. 冬季黑潮海域海洋异常加热对夏季西太平洋副高的影响 冬季黑潮海域海洋异常加热气压距平指数 (QKI) 与夏半年北半球 500hPa 高度距平场的相关计算结果表明,当冬季海洋异常多加热 (QKI 为负值) 时,则夏季副热带西风纬向度加大,从北太平洋到北非的副热带高压和中纬的槽脊系统均呈减弱趋势;相反,当冬季海洋异常少加热 (QKI 为正值) 时,夏季副热带西风经向度加大,北非副高东扩,西太副高西伸,中纬度槽脊系统呈发展趋势 (图 2)。冬季黑潮海域海洋异常加热与东亚冷空气强度的关系 (Zhao and McBean, 1989) 表明,当冬季东亚冷空气强、海洋对大气异常多加热时,则夏季西太副高较弱,位置偏东;而当冬季东亚冷空气弱时,则夏季西太副高较强,位置偏西。从连续数月计算得到的相关场来看,冬季黑潮海域海洋异常加热对北非副高的影响从 4 月开始,5 月最强,至 8 月仍有明显的作用。对西太副高的影响以 5 月和 6 月较明显,5 月最强。

2. 冬季湾流海域海洋异常加热对夏季乌拉尔山和鄂霍次克海阻塞高压的影响 冬

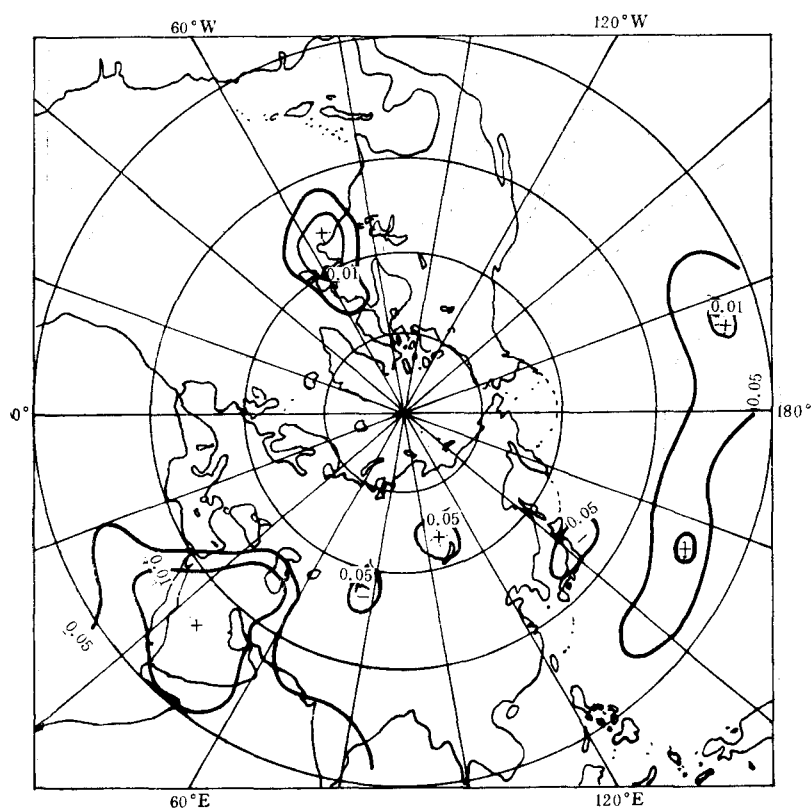


图2 1月黑潮海域海洋异常加热指数(QKI)与5月北半球500hPa高度距平场的相关(图中数值为相关置信水平)(下同)

季湾流海域海洋异常加热气压距平指数(QGI)与夏季北半球500hPa高度距平场的相关计算结果表明,当冬季湾流海域海洋异常多加热(QGI为负值)时,夏半年欧亚上空中高纬西风呈纬向发展,乌拉尔山和鄂霍次克海阻高均趋减弱;而当冬季湾流海域海洋异常少加热(QGI为正值)时,则夏季欧亚上空中高纬西风呈经向发展,乌山和鄂海阻高均趋加强(图3)。和冬季黑潮海域海洋异常加热与冷空气强度的关系相类似,当冬季北美冷空气活跃,海洋对大气异常多加热时,夏季乌山和鄂海高压阻塞形势减弱,欧亚上空西风环流平直;而当冬季北美冷空气弱时,则夏季乌山和鄂海高压阻塞形势将趋加强。由连续相关图看,冬季北美冷空气对乌山高压的影响从5月开始,6,7月影响最为明显,8月影响减少,9月消失;对鄂海高压的影响也从5月开始,6,7,8月均很明显,以7月为最,9月消失。

三、长江中下游汛期旱涝环流形势与前冬中纬度海洋异常加热的关系

以长江中下游的上海、南京、合肥、安庆、九江、汉口、岳阳、常德、宜昌和恩施等10个站的平均降水量为代表,从其距平百分比中挑选出 $\geq 25\%$ 和 $\leq -25\%$ 年份作为典型的旱、涝年,并计算其6月500hPa距平场合成。涝年为1954年、1956年、1969年、1980年、

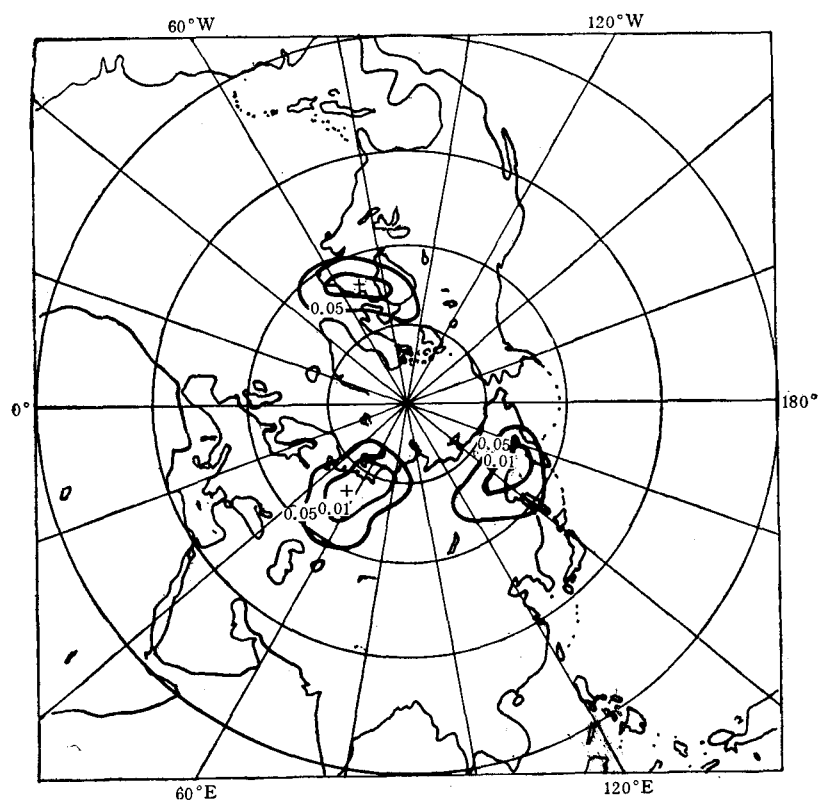


图3 1月湾流海域海洋异常加热指数(QGI)与6月
北半球500hPa高度距平场相关

1983年和1991年等6年(其中1956年降水距平百分比为23%),旱年为1961年、1965年、1968年、1972年、1978年、1981年和1992年等7年。

从涝年6月500hPa高度距平场合成形势图(略)可以看出,副热带和中高纬度区域均为正距平,东南亚地区超过+10位势米,乌山地区超过+20位势米,鄂海地区也超过+10位势米;中纬度区域为负距平,巴尔喀什湖和中国东北地区小于-10位势米。以上形势表明,长江中下游汛期偏涝的年份是由于夏季副热带高压、乌山和鄂海阻高都偏强,冷空气比较活跃,并不断从西路和东路南下而造成的。

从旱年6月500hPa高度距平场合成形势图(略)可见,副热带区域和中高纬度欧亚地区都是负距平,中纬度区域为正距平。这种距平分布形势与涝年恰恰相反,它表明,长江中下游汛期偏旱的年份是由于夏季副热带高压、乌山和鄂海阻高势力都偏弱,冷空气不活跃而造成的。

由以上分析可知,当冬季东亚和北美冷空气都很强、黑潮和湾流海域海洋异常多加热时,夏季西太副热带高压较弱,位置偏东,中、高纬乌山和鄂海阻塞高压减弱,中纬槽脊系统不明显,冷空气活动较少,此时长江中下游可能偏旱;而当冬季东亚和北美冷空气都很弱、黑潮和湾流海域海洋异常加热异常少时,夏季西太副热带高压较强,位置偏西,中、高纬乌山和鄂海阻塞高压加强,中纬地区槽脊明显,冷空气活跃,此时长江中下游可能偏涝。

以上关系可以简单地归纳为: 当冬季东亚和北美冷空气同时异常强时, 长江中下游汛期可能旱, 相反, 二者同时异常弱时, 长江中下游汛期可能涝。

四、 讨 论

赵永平和 McBean (1996) 曾在讨论黑潮海域海洋异常加热对北半球大气环流影响时指出, 冬季黑潮海域海洋异常加热对后期夏半年中、高纬加拿大低压和中、低纬北美低压槽存在有意义的相关; 本文的研究结果又进一步表明, 冬季湾流海域海洋异常加热对后期夏半年中、高纬欧亚槽脊系统有可信的关系, 这进一步证实了中纬度海洋对大气环流的重要影响, 这种影响是当冬季黑潮或湾流海域海洋异常多加热时, 后期夏季下游槽脊系统减弱, 反之则后期夏季下游槽脊系统加强。

由于海洋具有很大的热惯性, 因而人们对以上关系的物理过程试图从海洋方面来解释, 但中、高纬海洋 SST 的变化主要是受大气制约, 而迄今为止, 人们仅仅在特定的海域和特定的时间才能发现 SST 与大气环流场的可信的时滞关系 (Frankignoul, 1985)。赵永平和 McBean (1996) 提出了持续性海洋异常加热对同期上空和后期下游大气环流作用的反相性假说, 从另一种途径解释这种时滞半年的相关事实。作者认为, 当冬季中纬度大气获得异常多的海洋加热后, 同期上空大气环流系统则加深发展, 经向度加大, 同时加剧了中纬大气与极地大气之间的温度梯度和位势高度梯度, 其结果是加强了后期下游中纬西风强度, 抑制了环流的经向发展, 反之亦然。就本文所揭示的时滞相关事实而言, 用以上假说可以得到初步解释, 即冬季黑潮海域海洋异常多(少)加热, 通过海气之间的正反馈过程, 造成同期上空大气环流经向度加大(减小), 同时这些异常多(少)能量部分传递到副热带环流中, 在入夏时表现为副热带环流纬向度加大(减小), 引起北非副高 4—6 月和西太副高 5—7 月突变时的明显减弱(加强); 冬季湾流海域海洋异常多(少)加热, 通过海气之间的正反馈过程, 造成同期上空大气环流型经向度加大(减小), 同时这些异常多(少)能量部分存贮在中纬西风环流中, 在入夏时表现为中、高纬度下游西风环流纬向度加大(减小), 引起夏季乌山和鄂海阻高的明显减弱(加强)。中纬度海气相互作用的物理机制是非常复杂的, 进一步深入研究对于揭示长期天气和短期气候变化规律有着重大的意义。

应当指出的是, 副热带高压的长期变化还受热带海洋热力和动力作用的严重影响, 乌山和鄂海阻高还受极冰的重大制约, 同时中纬度大气还直接受青藏高原和落基山脉的热力(积雪)和动力作用, 因此综合研究这些持续性异常热源对大气环流的影响, 对制作数月甚至 1 年左右的短期气候预测将是十分有意义的。

参 考 文 献

- 中国科学院大气物理研究所长期预报组, 1978, 冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响, 中国科学院大气物理研究所集刊, 6: 1—12。
- 赵永平, 1986, 北太平洋中纬海区海气热量交换对其上空大气环流的影响, 海洋与湖沼, 17(1), 57—65。
- McBean, G. A., 赵永平, 1996, 黑潮及邻近海域海洋异常加热对北半球大气环流的影响(一)同期相互作用, 灾害性气候的过程及诊断, 气象出版社, 152—156。
- 赵永平, G. A. McBean, 1996, 黑潮及邻近海域海洋异常加热对北半球大气环流的影响(二)时滞遥相关系, 灾害

- 性气候的过程及诊断,气象出版社,157—161。
- Frankignoul, C., 1985, Sea Surface temperature anomalies, planetary waves, and air-sea feedback in the middle latitudes, *Reviews of Geophysics*, **23**(4): 357—390.
- Namias, J., 1976, Negative Ocean-air feedback systems over the North Pacific in the transition from warm to cold seasons, *Mon. Wea. Rev.*, **104**: 1107—1121.
- Talley, L., 1984, Meridional heat transport in the Pacific Ocean, *J. Phys. Oceanogr*, **14**: 231—241.
- Zhao, Y. P., G. A. McBean, 1986, Annual and interannual variability of the North Pacific Ocean-to-Atmosphere total heat transfer, *Atmosphere-Ocean*, **24**(3): 265—282.
- Zhao, Y. P., G. A. McBean, 1989, Principal North Pacific heating anomaly patterns and their relations to the atmospheric circulation, *Chin. J. Oceanol. Limnol*, **7**(2): 123—134.

AIR-SEA INTERACTION IN THE MID-LATITUDE IN WINTER AND PREDICTION OF FLOOD AND DROUGHT IN THE MIDDLE AND LOWER REACHES OF CHANGJIANG RIVER*

Zhao Yongping and Chen Yongli

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

Ja Ruili

(Qingdao Marine Observation, SOA)

ABSTRACT

The Kuroshio and Gulf regions are two hugest marine heating sources in the mid-latitude, the anomaly heating from these two regions has very important effects on the atmospheric circulation of the North Hemisphere. In this study, the relationship of the marine anomaly heating in the Kuroshio and Gulf regions in winter to the Subtropical High and the westerlies circulation in mid-high latitude in summer are analyzed, the physical processes are discussed. The results show that when the winter monsoon in East Asia and in North America is stronger (weaker), the Subtropical High and Ural and Okhotsk High will be weaker (stronger) in summer, which variations form a drought (flood) circulation pattern for the middle and the lower reaches of Changjiang River.

* Contribution No. 2441 from Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.