

黑潮海域海洋异常加热与北半球 大气环流的相互作用*

赵永平

G. A. McBean

(中国科学院海洋研究所,
青岛 266071)(The University of British Columbia
Canada, V6T 1W5)

提 要 根据黑潮海域海洋异常加热资料(1950—1979 年), 计算其与北半球大气环流相关, 揭示二者相互作用事实, 讨论其可能的物理过程。结果指出, 黑潮海域海洋异常加热具范围广、持续时间长、量级大等特点, 在长期天气变化中占有重要的地位。冬半年海气相互作用为一正反馈过程, 当亚洲大陆冷空气强时, 海洋异常多加热, 东亚大槽加深, 后者又导致冷空气进一步加强; 夏半年黑潮海域海洋异常加热主要受青藏高原热力状况制约。

关键词 海洋异常加热 同期相关 正反馈

迄今为止, 对于中纬度海气相互作用的研究进展不大, 仅在特定的海区、特定的季节发现海洋对大气有明显的时滞相关 (Frankignoul, 1985)。如中国科学院大气物理研究所(1978)指出, 冬季黑潮海面水温(SST)对我国汛期降水有重要影响; Namias (1976)发现, 夏季阿留申海域 SST 对秋季北美气温和降水有明显关系。研究表明, 中高纬海洋 SST 的变化主要受大气驱动, 它是海气通量变化的结果 (Davis, 1976)。因此, 在中纬度海域, SST 并不能很好地代表海洋对大气加热的真实情况, 本文直接采用北太平洋海洋加热场长系列资料 (Talley, 1984), 计算黑潮及邻近海域(简称黑潮海域)海洋异常加热对同期北半球海平面气压场 (SLP) 和 700hPa 高度场相关, 以揭示黑潮海域海洋异常加热与北半球大气环流相互作用事实, 讨论其可能的物理过程。

1 资料及处理方法

海洋对大气加热值用海气之间感热、潜热和海面有效回辐射之和表示, 它代表了海洋对大气的总加热量。据黑潮暖流的平均位置, 取 25°N — 30°N , 130°E — 150°E ; 30°N — 35°N , 130°E — 160°E 范围内海洋加热值的平均值代表黑潮海域海洋对大气的加热值。北太平洋海洋加热场资料由 Clark 计算并由 Talley (1984) 所描述; 北半球 SLP 和 700hPa 高度场取自美国国家大气研究中心 (NCAR), 资料时间均从 1950 年 1 月—1979 年 12 月。为消除样本资料的年变化和不规则的小扰动, 首先将月平均资料减去相应月份的多年平均值, 再进行 3 个月滑动平均。

* 中国科学院 Ky85-10 项目支持。赵永平, 男, 出生于 1941 年 8 月, 副研究员。

收稿日期: 1993 年 11 月 23 日, 接受日期: 1995 年 3 月 1 日。

2 结果

2.1 黑潮海域海洋异常加热的变化特征 黑潮海域海洋加热,在冬季最大,1月达 311 W/m^2 ;夏季最小,6月为 102 W/m^2 ;秋季大于春季。距平均方差也具相同的变化,冬季最大,1月为 30 W/m^2 ;夏季最小,6月为 16 W/m^2 。该海域海洋异常加热具有长周期振荡和明显的持续性。如50年代为低值期,60—70年代初为高值期,70年代中期以后又转为低值期,其最长的持续时间为30个月。对海洋异常加热资料进行快速傅立叶变换(FFT)分析,海洋异常加热具1,2和5年周期。

黑潮海域海洋异常加热与北太平洋全区海洋异常加热场的相关分析表明,在0.01的置信水平上,冬季黑潮海域可以代表 160°W 以西北太平洋、夏季可代表整个北太平洋海洋异常加热场的变化趋势。

2.2 黑潮海域海洋异常加热与北半球大气环流的相互关系 计算各月黑潮海域海洋异常加热 (Q_{ku}) 与北半球 SLP 和 700hPa 高度场同期相关,得到一些有意义的结果。冬季相关场(图1)表明,在黑潮及其下游的广阔海域,二者为高值负相关,相关系数达 -0.70 ,其置信水平超过0.001。此处正位于地面阿留申低压平均位置南侧,高空东亚大槽前部,另外高空东亚大槽前后高压脊的位置上各存在一个相关信度也达0.001的正值高相关区,其一位于西伯利亚,另一位于加拿大西岸。

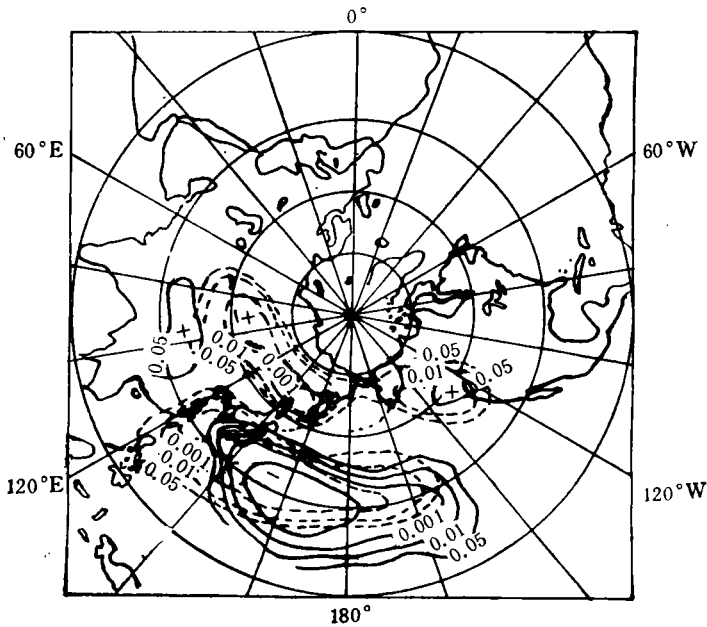


图1 冬季黑潮海域海洋异常加热对北半球同期 SLP (实线)和 700hPa 高度场(虚线)的影响(图中等值线为相关信度,图3同)

Fig. 1 The correlation between the Kuroshio region marine heating anomaly and the SLP (solid line) and height at 700hPa (dashed line) over the North Hemisphere in Winter (the isopleth in figure is confidence level)

为更清楚地了解黑潮海域海洋异常加热对大气环流的相关情况,计算 Q_{ku} 与其上

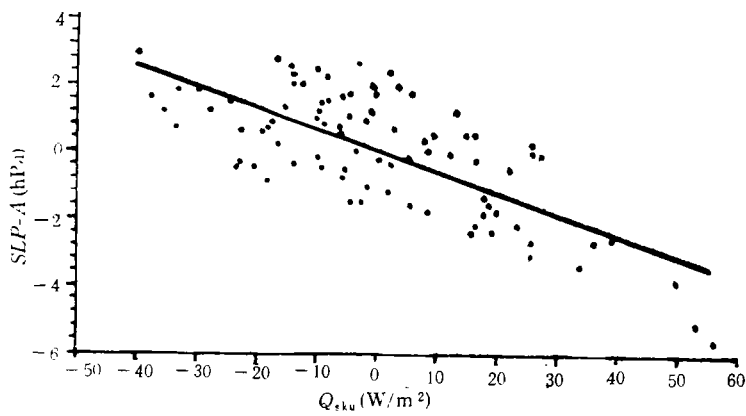


图 2 冬季黑潮海域海洋异常加热(Q_{ku})与其上空区 SLP($SLP-A$) 相关点聚图

Fig. 2 The scatter diagram showing the relationship between the Kuroshio marine heating anomaly (Q_{ku}) and the SLP anomalies over the Kuroshio region ($SLP-A$) in Winter

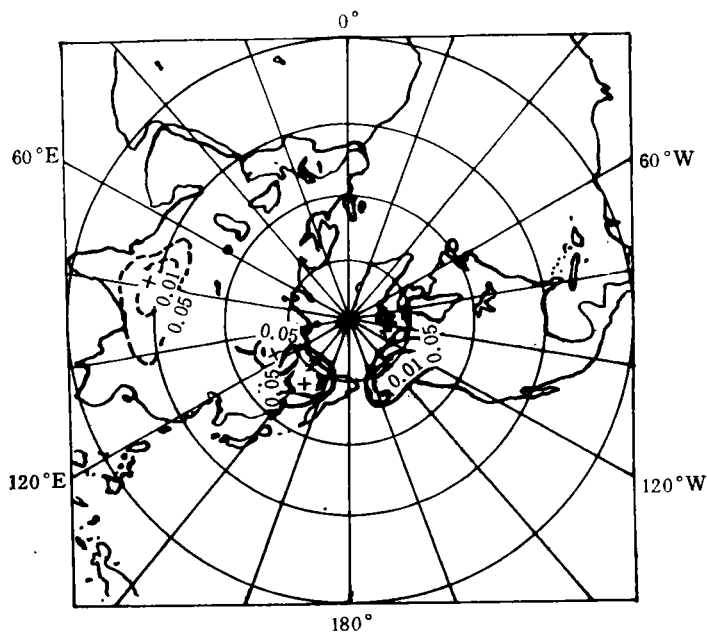


图 3 夏季黑潮海域海洋异常加热 (Q_{ku}) 与北半球同期 SLP (实线)和 700hPa 高度场(虚线)相关

Fig. 3 The correlation between the Kuroshio region marine heating anomaly and the SLP (solid line) and height at 700hPa (dashed line) over North Hemisphere in Summer (the isopleth in figure is confidence level)

空区(25—40°N,130—180°E)SLP 平均值的相关,将冬季各月二者相关的对应点点绘为图 2。由图 2 可见,二者为明显的反相关系,平均相关系数为-0.73。统计表明,当海洋异

常加热值超过 $15\text{W}/\text{m}^2$ 时, 关键区 SLP 出现反相变化的可能率为 33/41。例如 1963 年 1 月, Q_{iku} 为 $+56.0\text{W}/\text{m}^2$, 该区上空关键区 SLP 下降了 5.6hPa , 其中最大值达 12.5hPa 。

夏季相关场(图 3)表明, 在 SLP 场上, 西伯利亚和阿拉斯加各存在一个相关信度为 0.01 的正负相关区, 但在 700hPa 高度场, 这两个相关区明显缩小, 而在青藏高原上出现一个范围较大的高值正相关区, 置信水平达 0.01。

为了解全年各月黑潮海域海洋异常加热与其上空 SLP 及青藏高原 700hPa 高度场的关系, 计算各月 Q_{iku} 与其上空关键区 SLP 和青藏高原($25\text{--}35^\circ\text{N}$, $75\text{--}90^\circ\text{E}$) 700hPa 高度平均值的同期相关, 结果(表 1)表明, 冬半年黑潮海域海洋异常加热与其上空 SLP 密切相关, 而夏半年则与青藏高原 700hPa 高度有较好相关。

表 1 黑潮海域海洋异常加热与其上空 SLP(SLP-A) 及青藏高原 700hPa 高度(H700-T) 的各月相关(相关系数 0.46 对应的信度为 0.01)

Tab. 1 The correlation between the Kuroshio region marine heating anomaly (Q_{iku}) and SLP over the western part of the North Pacific (SLP-A) and the height at 700hPa over the Qinghai-Xizang Plateau (H700-T) (the confidence level 0.01 for correlation coefficient $r = 0.46$)

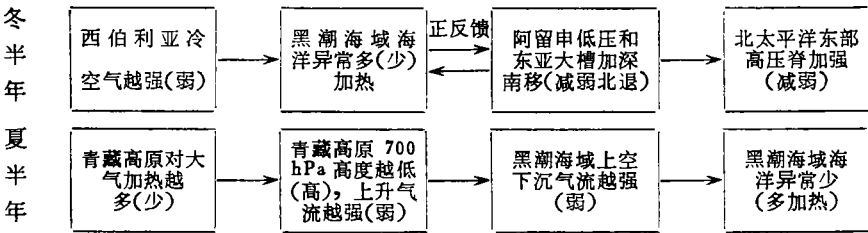
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SLP-A	-0.81	-0.72	-0.48	-0.28	-0.03	-0.03	-0.02	-0.16	-0.05	-0.08	-0.40	-0.63
H700-T	-0.01	-0.23	-0.27	0.01	0.67	0.61	0.63	0.50	0.66	0.61	0.36	0.16

3 讨论和结论

冬季黑潮海域海洋异常加热对同期北半球大气环流的相关形势表明, 冬季大陆冷高压越强, 南下至黑潮海域的冷空气也越强, 高风速、低温和低湿导致海洋向大气异常多加热, 造成该区低层大气强烈的斜压性和对流活动, 从而引起阿留申低压的加深南移。后者又进一步引发冷空气加强南侵, 加剧了海洋对大气的热量和水汽输送, 二者形成一种正反馈过程。这与作者(1986)指出的冬半年中纬度海气相互作用的不可逆过程是一致的。由于槽前暖湿气流的加强, 促使北太平洋东部高压脊的发展。反之亦然。这种冬季中纬度海气相互作用的正反馈过程可能是导致冬半年大气环流和海洋异常加热季节性持续的主要原因。

夏季相关图中在 700hPa 高度场上出现于青藏高原的正相关, 可能与夏季青藏高原为中纬度西风带中一个热源, 而北太平洋则相对为一冷源, 二者之间存在一个纬向垂直流圈(Ye, 1981)有密切关系。由于高原热力状况的改变, 导致北太平洋上空下沉气流的强弱变化, 进而影响该区上空的云量、海气温度差、湿度差及大气稳定度, 最后造成海洋加热场的变化。其可能的物理过程是: 青藏高原异常多(少)加热时, 高原 700hPa 高度低(高), 上升气流加强(减弱), 黑潮海域上空下沉气流加强(减弱), 云量减少(增多), 海气温湿差减小(加大), 海洋对大气加热减少(增多)。就是说, 夏季黑潮海域海洋异常加热是受大气环流制约的。至于在 700hPa 以下出现在高纬的 2 个正负高值相关, 可能是由于黑潮海域海洋异常加热影响经向 Ferral 环流圈的结果。

据上述, 可以用以下框图来简明地表示其相互关系:



鉴于缺少 1980 年以来逐年各月海洋异常加热资料, 本文只是用 30 年资料的分析结果, 因此进一步采用更长时间和更合理计算方法得到的海洋异常加热资料来进一步深入研究是十分必要的。

参 考 文 献

中国科学院大气物理研究所长期预报组, 1978, 冬季太平洋水温对我国汛期降水的影响, 中国科学院大气物理研究所集刊, 科学出版社(北京), 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。

Davis, R. E., 1976, Predictability of the sea temperature and sea level pressure over the North Pacific Ocean, *J. Phys. Oceano.*, 6: 249—266。

Frankignoul, C., 1985, Sea surface temperature anomalies, planetary waves, and air-sea feedback in the middle latitudes, *Revs. Geophy.*, 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. Oceano.*, 14: 231—241。

Ye, D., 1981, Some characteristics of the summer circulation over the Qinghai-Xizang (Tibet) plateau and its neighborhood, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 62: 14—17。

AIR-SEA INTERACTION BETWEEN THE KUROSHIO REGION MARINE HEATING ANOMALY AND NORTHERN HEMISPHERE ATMOSPHERIC CIRCULATION

Zhao Yongping

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

G. A. McBean

(The University of British Columbia, Canada, V6T 1W5)

ABSTRACT

The characteristics of the Kuroshio region marine heating anomaly (based on 1950—1979 data) and its relation to atmospheric circulation were calculated and the physical process of the simultaneous air-sea interaction in the middle latitude area are discussed. The results show that the Kuroshio region marine heating anomaly extends over a large area, and is of long term persistence and huge magnitude, and therefore plays an important role in the long-range weather changes. In the winter half year, there is a positive feedback between the marine heating anomaly and the atmospheric circulation, i.e., the stronger the cold air over the Asia continent, the larger the marine heating anomaly, the stronger the East Asia Trough, the stronger the cold air over Asia. In the summer half year, the marine heating anomaly is controlled by the thermodynamical state of the Qinghai-Xizang Plateau.

Key words Marine heating anomaly Simultaneous correlation Positive feedback