

黑潮海域海洋异常加热对后期北半球大气环流影响的分析*

赵永平

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

G. A. McBean

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

提要 计算了黑潮海域海洋异常加热与后期1—12个月北半球大气环流的时滞相关, 分析了二者的相关关系。结果表明, 海洋异常加热对后期半年到一年北半球大气环流场有重要影响。当黑潮海域海洋异常多加热时, 后期半球范围内大气环流的经向度将趋减小, 反之则趋加强。在分析相关场演变的基础上, 讨论了上述时滞关系的可能物理过程, 指出黑潮海域海洋异常加热对后期下游大气环流型的影响, 是通过改变中纬大气与高纬极地大气之间温度和位势高度梯度, 进而影响后期下游大气环流型来实现的。

关键词 海洋异常加热 时滞遥相关

在海气相互作用研究中, 人们发现了许多对长期天气预报有意义的季节性滞后相关事实(林学椿, 1991), 这些隔季相关的物理过程迄今仍不清楚。本文的目的是直接采用黑潮海域海洋对大气的异常加热(Q_{sku})为指标, 来揭示它对后期北半球大气环流的影响, 在分析二者相关关系基础上, 探索其物理过程。

1 资料与方法

北太平洋海洋加热场资料由 Clark 计算并由 Talley (1984) 所描述, 北半球海平面气压场(SLP)资料来自美国国家大气研究中心(NCAR)。海洋对大气的异常加热用海气之间感热、潜热和海面有效回辐射之和的距平值表示, 为消除距平值时间系列的小扰动, 对距平值进行了3个月滑动滤波。对海平面气压场也作类似处理。资料长度均为1950年1月至1979年12月。黑潮海域的范围取为 25° — 30° N, 130° — 150° E; 30° — 35° N, 130° — 160° E。

2 黑潮海域海洋异常加热对后期北半球大气环流的影响事实

计算黑潮海域海洋异常加热与后期1—12个月北半球海平面气压场时滞相关, 结果表明, 在半永久性天气系统的平均位置附近出现持续的、有规律的、范围较大的高值相关区, 其相关置信水平大多超过0.001。相关计算中, 样本数为30, 相关系数 $r=0.36$, 其置信水平为0.05; $r=0.46$, 置信水平为0.01; $r=0.56$, 置信水平为0.001。

* 中国科学院 ky85-10 项目资助。赵永平, 男, 出生于1941年8月25日, 研究员。

收稿日期: 1993年11月26日, 接受日期: 1995年3月1日。

2.1 冬半年黑潮海域海洋异常加热与后期大气环流的关系 冬半年(11月—次年4月)黑潮海域海洋异常加热对其上空海平面气压场的时滞相关,仅在冬季(12, 1, 2月)对其后期1个月有可信的相关(相关系数分别为 -0.43 , -0.57 , -0.65),与同期相关(相关系数分别为 -0.42 , -0.73 , -0.69)相比,其相关信度明显下降。亦即,黑潮海域海洋异常加热对其上空大气的影晌主要发生在当月(赵永平等, 1995)。

冬半年黑潮海域海洋异常加热与夏半年(5月—10月)加拿大低压之间存在有意义的正相关(表1, 置信水平低于0.05的相关系数未列出,下同),当冬半年黑潮海域海洋异常多加热时,后期夏半年(尤其是6—9月)加拿大低压将趋减弱,反之则趋加强。

表1 冬半年黑潮海域海洋异常加热(Q_{skw})与后期夏半年加拿大低压(SLP-C, 45—55°N, 70—80°W)相关关系

Tab.1 Correlation between the marine anomaly heating of the Kuroshio region (Q_{skw}) in the winter half year and the SLP anomalies over Eastern of Canada (SLP-C, 45—55°N, 70—80°W) in the following summer half year

		SLP-C					
月份		5	6	7	8	9	10
Q_{skw}	11 ¹⁾			0.52	0.36	0.36	
	12 ¹⁾		0.37	0.60	0.46	0.49	
	1	0.38	0.58	0.57	0.51	0.64	0.53
	2	0.48	0.62	0.46	0.45	0.59	0.62
	3	0.49	0.68	0.39	0.42	0.53	0.75
	4	0.52	0.59				0.48

1) 为上一年。表3同。

表2 冬半年黑潮海域海洋异常加热(Q_{skw})对次年冬半年西欧低压(SLP-E, 40—50°N, 0—20°E)和乌拉尔山以东高压(SLP-U, 40—50°N, 60—80°E)的相关关系

Tab.2 Correlation between the marine heating anomaly of the Kuroshio region (Q_{skw}) in the winter half year and the SLP anomalies over Europe (SLP-E, 40—50°N, 0—20°E) and Asia (SLP-U, 40—50°N, 60—80°E) in the following winter half year

		SLP-E			SLP-U					
月份		11	12	1 ¹⁾	11	12	1 ¹⁾	2 ¹⁾	3 ¹⁾	4 ¹⁾
Q_{skw}	1	0.46	0.53	0.57	-0.48	-0.55				
	2	0.51	0.57	0.55	-0.48	-0.59	-0.50			
	3	0.58	0.57	0.53	-0.43	-0.47	-0.56	-0.69		
	4						-0.50	-0.69	-0.55	-0.45

1) 为下一年。

冬半年黑潮海域海洋异常加热对次年冬半年西欧低压和乌拉尔山以东高压的相关(表2)表明,1—3月及4月黑潮海域海洋异常多(少)加热时,11—1月西欧低压和11—2月及3,4月乌拉尔山以东高压将趋减弱(加强)。冬季黑潮海域海洋异常加热对秋季北非低压也有类似的关系(表略)。

冬半年黑潮海域海洋异常加热对后期春季及初夏北美低纬低压倒槽的强度也有信度超过 0.01 的相关关系(表 3), 这些关系表明, 冬季海洋异常多(少)加热时, 其后期 3—6 月份低压倒槽将趋减弱(加深)。

表 3 黑潮海域海洋异常加热(Q_{sku})与后期北美低纬低压倒槽
(SLP-B, 15—30° N, 115—130° W)相关关系

Tab.3 Correlation between the marine heating anomaly of the Kuroshio region (Q_{sku})
and the SLP anomalies over the Southeastern part of the North Pacific
(SLLP-B, 15—30° N, 115—130° W)

		SLP-B				
月份		3	4	5	6	7
Q_{sku}	6 ⁰		0.33	0.52	0.51	
	7 ⁰		0.58	0.62	0.57	0.43
	8 ⁰		0.56	0.60	0.52	
	9 ⁰		0.48	0.56	0.46	
	10 ⁰		0.47	0.51	0.44	
	11 ⁰		0.44	0.47	0.44	
	12 ⁰	0.44	0.55	0.44	0.39	
	1	0.39	0.55	0.51	0.39	0.43
	2	0.50	0.50	0.50		
	3			0.45		

2.2 夏半年黑潮海域海洋异常加热与后期大气环流的关系 夏半年黑潮海域海洋异常加热对次年春夏(4—6月)北美低纬低压倒槽也有重要的影响, 其相关信度多数超过 0.01, 部分达 0.001(表 3)。这些关系表明夏半年海洋异常加热对北美低纬低压倒槽存在时滞长达一年的正相关关系。时滞相关分析还表明, 夏半年黑潮海域海洋异常加热对后期冬半年北大西洋高压(正相关)、次年冬春季中国至日本西部的气压场(负相关)也存在有意义的相关(表略)。

由以上相关事实, 我们认为: 在一般情况下, 无论是冬半年还是夏半年, 当黑潮海域海洋异常多加热时, 后期北半球主要半永久性天气系统, 如夏半年的加拿大低压, 冬半年的北大西洋高压和欧亚槽脊系统及春夏(4—6月)北美低纬低压倒槽等将趋减弱, 反之则趋加强。

3 讨论

黑潮海域海洋异常加热的量级是否足以对后期半球范围内的大气环流型产生影响? 如果有影响, 这种影响的能量又以何种形式存储在大气中? 据一般分析, 大气的“记忆”能力仅一个月左右, 如何解释长达数月直至一年之久的影响事实? 问题的实质涉及中纬度海洋大气相互作用的物理机制。

3.1 黑潮海域海洋异常加热的量级估算 长期天气变化主要取决于在天气能量生成时间(5×10^5 s)内与外界的能量交换(章基嘉等, 1983)。计算北太平洋西部(20—40° N,

130—180° E)在天气能量生成时间内,典型海洋异常加热的量级为 $(1.0—1.4) \times 10^{20} \text{J}$ 。可见本区海洋异常加热的量级完全满足 Sawyer (1965)提出的造成气候变化异常热源的条件。可以认为,如此巨大持续性海洋非绝热加热必然会对北半球大气环流型产生重大影响。

3.2 可能的物理过程探讨 在天气预报实践中,人们早已发现隔季相关事实,并已用于预报业务。考虑到海洋具有较长的“记忆”能力,人们正试图用海洋热力状况的持续性来探索其物理过程。本文根据逐月海洋异常加热与各月相应的同期及后期1—12个月北半球海平面气压场相关场的演变,提出季节性海洋异常加热通过改变大气环流型进而影响后期气候的假说来予以解释,其要点是:当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,其结果加强了后期中纬西风强度,抑制了环流的经向发展;反之亦然。例如,冬半年黑潮海域海洋异常多加热时,阿留申低压加深南移,同期上空大气环流的经向度加大,大气获得异常多能量,促使后期下游大气环流西风加强,纬向度加大,时滞相关场上表现为冬半年黑潮海域海洋异常加热对后期夏半年加拿大低压的高值正相关,对下一个冬半年西欧低压和乌拉尔山以东高压的高值正相关和负相关。这种相关形势表明后期大气环流系统的纬向发展趋势。当海洋异常少加热时,情况恰恰相反。对夏半年的情况可以类推。

一般情况下,大气仅有一个月左右的“记忆”能力,但在特殊情况下,当某一足够大的异常热源引起异常的大气环流型,而当任何另一异常热源尚不足以改变这种异常环流型时,这种异常环流型将有可能持续数月。

4 结论

综上所述,可以得到以下初步结论:冬半年黑潮海域海洋异常加热主要影响后期夏半年加拿大东部低压和北美低纬低压倒槽及次年冬半年西欧低压和乌拉尔山以东高压;夏半年黑潮海域海洋异常加热主要影响后期冬半年北大西洋高压和冬春季中国东北至日本南部气压场及次年夏半年北美低纬低压倒槽。其一般规律是,海洋异常多加热时,同期上空大气环流的经向度加大,后期半年或一年下游大气环流的纬向度发展;反之亦然。

中纬度海气相互作用是一个十分复杂的物理过程,其物理机制有待进一步研究。此外,本文所用的资料系列较短,补充新的资料进行深入分析是十分必要的。

参 考 文 献

- 林学椿, 1991, 热带气象, 7(4): 348—354.
赵永平, MsBean, G. A., 1995, 海洋与湖沼, 26(4): 383—388.
章基嘉, 葛玲, 1983, 中长期天气预报基础, 气象出版社(北京), 97—101.
Sawyer, S., 1965, *W. M. O. Technical Note*, 66: 1—25.
Talley, L., 1984, *J. Phys. Oceanogr.*, 14: 231—241.

INFLUENCE OF THE KUROSHIO REGION MARINE HEATING ANOMALY ON THE NORTH HEMISPHERE ATMOSPHERIC CIRCULATION IN THE FOLLOWING SEASONS

Zhao Yongping

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Gordon A. McBean

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

Abstract The relations between the Kuroshio region marine heating anomaly and the North Hemisphere atmospheric circulation with 1—12 month lag were studied and showed the important influence of the marine heating anomaly on the atmospheric circulation. The results show that when the Kuroshio region marine heating is larger than normal, the semi-persistent North Hemisphere weather systems in the following seasons will be weaker, e.g., the stronger the Kuroshio region marine heating in the winter half year, the weaker the Canada Low in the summer half year, and the weaker the Europe Low and the Ural High in the next winter half year, and vice versa. A hypothesis is proposed to preliminarily explain the above phenomena, i. e. the influence of the Kuroshio region heating anomaly on the atmospheric circulation in following seasons is proceeded by altering the gradients of atmospheric temperature and geopotential height between middle and high latitude regions.

Key words Marine heating anomaly Atmospheric circulation lag correlation