

北太平洋海温与南方涛动的相关分析

李月洪

(国家气象局气象科学研究所)

有关热带太平洋的海洋学和气象学近年来已列为理论和“诊断”研究的课题之中。从事这方面的大量工作是探讨埃尔尼诺和南方涛动(SO)相互作用的复杂机理问题。本文着重讨论南方涛动与北太平洋海温相关场的时滞关系以及它们的时空变化,表明在不同海域、不同季节中都存在较大的差异。

一、南方涛动影响北太平洋海温的季节变化

二十年代,沃克(G. Walker)通过对太平洋及印度洋地区气候变化的研究,指出在热带东太平洋与印度洋之间,存在着一种称作“南方涛动”的高低振动,即当东太平洋低空气压偏高时,印度洋上的气压就偏低;反之,情况相反。其后,人们从更多方面的工作,进一步揭露了这一现象,并指出南方涛动的强弱变化与热带太平洋至印度洋一带的海温变化及埃尔尼诺现象的发生有很密切的关系。

为了进一步了解南方涛动对北太平洋海温场的影响及其季节变化,本文分别计算各月SOI¹⁾和后期逐月北太平洋SST²⁾场(从同期一直到SST落后12个月)的相关。在普查分析这些不同时滞的相关图中,表明各月的SOI与日界线以东的热带、赤道太平洋区域SST几乎都存在达到信度要求的一个范围的负相关区;其中在北太平洋中部为正相关区,西太平洋地区为范围不大的负相关区。但其相关程度在不同月份和不同时滞有一定的变化。这本身就表明南方涛动对北太平洋海温场几乎全年都

有影响,并有明显的季节变化,说明了太平洋海平面气压的调整对海温有时滞和季节的影响¹⁾。

本文取用3月、6月、9月和12月(分别代表春、夏、秋、冬)的北太平洋海温场与其前3个月SOI的相关图例说明。图中粗线为相关零线,斜线区域代表正相关区,其它区域均为负相关区。相关系数达0.36和0.46,分别相当于0.05和0.01的信度水平。

春季北太平洋相关场大致以日界线划分,日界线以东,尤其在东太平洋热带,赤道地区以负相关为主;日界线以西为正相关区,正相关达到0.05信度的范围主要出现在西风飘流区内。

夏季(图1b),正、负相关区分布比较零乱,负相关达到0.05的信度范围,仅在160°W—120°W的赤道附近区域。秋季,北太平洋上出现较大范围的正、负相关区,基本上在东、西太平洋上为负值区,且范围较之夏季有所扩张,负相关达到0.05信度的范围还在增大。冬季(图1a),北太平洋相关场的型式呈正、负相间,即西、东太平洋为负相关型,中太平洋为正相关型。负相关达到0.05信度的范围明显增大,东太平洋赤道地区为优势区。而西太平洋负相关系数均低于0.05信度水平。这事实表明SO与西太平洋SST关系一般,而与东太平洋赤道地区海温相关甚好。尤其是东太平洋赤

1) SOI取用塔希堤与达尔文站海平面气压差。

2) SST取自中国科学院地理研究所等,《北太平洋逐月平均海面水温资料》(待刊)。

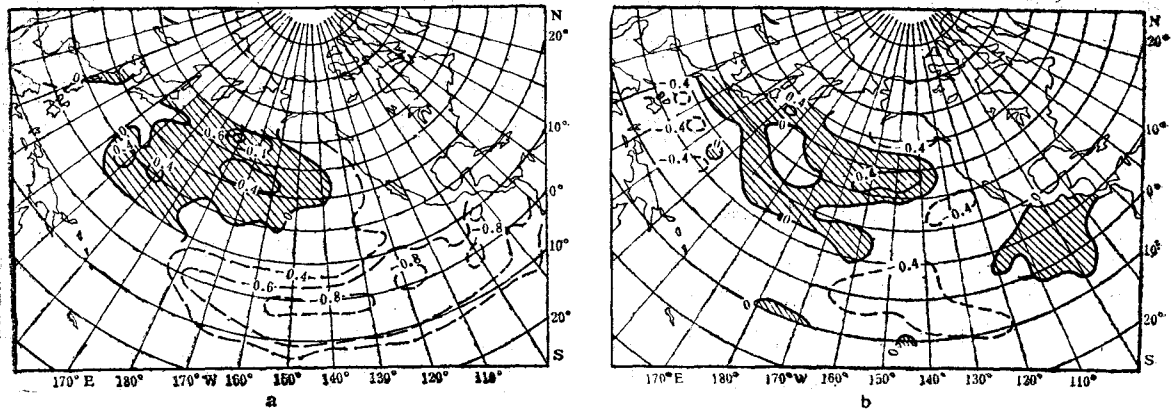


图 1 北太平洋海温和南方涛动的相关场 a为冬季；b为夏季
 Fig. 1 Correlative field between SST of the North Pacific and SO.

道地区的负相关系数大大超过 0.01 的信度要求，其中心相关系数出现高达-0.82。由上述可知，南方涛动对北太平洋海温的影响有季节

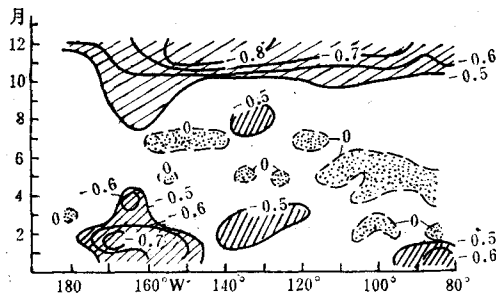


图 2 逐月赤道SST落后SOI 3个月的时间剖面
 Fig. 2 Time cross-section of the correlation coefficients after 3 month lag between the equatorial SST and SOI for different months.

性变化，其中以冬季最大、夏季最小，春、秋季均为过渡季节。这意味着冬季北太平洋海温场受大气环流的影响是最明显的季节，这也正是厄尔尼诺通常发生的季节。

同样也可从SO影响赤道SST的季节变化来看。图2是逐月赤道SST落后SOI三个月的时间剖面图。图中虚线为相关零线，点区为正相关区，其余为负相关区，实线是负相关系数0.5，0.7等值线（≥0.01的信度水平）。

从图中可见，赤道地区（180°—85°w）几

乎全年以负相关为主，只不过是逐月的相关程度不同而已。范围广、相关高（≥0.01的信度水平）的季节，主要在10—12月，其中以12月份最明显，5—7月的相关性较差。同时指出，相关高的区域增大并不是剧变的，而是有一个时间连续过程，最早是发生在8月份，随着时间推移，相关高的中心自西向东偏移。到12月份，相关系数和范围都显著增大，在140°W出现高达-0.82的相关，大大超过了0.01的信度要求。这个较早的时间信息出现在170—160°W地区，而不是人们通常说的厄尔尼诺区域，这可粗略地认为赤道中太平洋是南方涛动影响赤道海温的一个不可忽略的地区。

三、南方涛动对北太平洋不同地区海温的影响

南方涛动影响北太平洋海温不仅有季节性变化而且还有区域性差异。这里主要讨论北太平洋赤道、热带、西风漂流区海温落后南方涛动一个季节的情况。这三个地区分别用0、10°N、45°N的海温来代表。

分析指出，赤道地区基本上全年以负相关为主，尤以冬季表现最为明显，在180—90°W各经度上的相关程度均超过0.05信度的水平，夏季表现不明显。在热带地区（10°N），冬季的相关程度亦最高，尤其在东太平洋（140—90°W）

地区, 夏季的相关程度较低。同时还可看出热带西太平洋区域的相关程度均较低, 表明SO与热带西太平洋地区SST的相关远不如东太平洋SST的相关程度高。西风漂流区海温与南方涛动的相关则以正相关为主, 同样也存在着季节性的差异, 冬季和春季的相关程度均较高, 夏、秋季就低些。由上述可知, 在北太平洋不同的区域内, SO与赤道东太平洋SST负相关程度居首位; 与西风漂流区SST呈正相关, 其程度远不如前者; 而与西太平洋区域SST的相关较差。

以上是以纬向海温分布了解SO影响北太平洋SST的区域性差异。这里粗略地讨论经向海温与南方涛动的相关情况。本文取用日界线上SST落后SOI 1—6个月的季节变化。春、夏季SST落后SOI 1—6个月的逐月相关程度均较低, 正、负相关区域的分布比较紊乱。秋季, 相关的程度和范围开始增大。到冬季(图3), 相关系数明显增大, 并且正、负相关范围的地理分布较有规律。取平均状况, 20°N 为正、负相关区的分界线, 其南以负相关区占优势, 超过0.01信度(虚线)的相关范围大约在 10°N — 5°S 之间。 20°N 以北, 主要以正相关为主, 其中 45°N (属西风漂流区)处海温在落后SOI 1—6个月的不同时滞中, 均为正相关值, 相关程度均超过0.01信度水平, 而且以落后6个月的相关程度为最高。这大体上可看出SO影响西风漂流区SST比赤道地区要

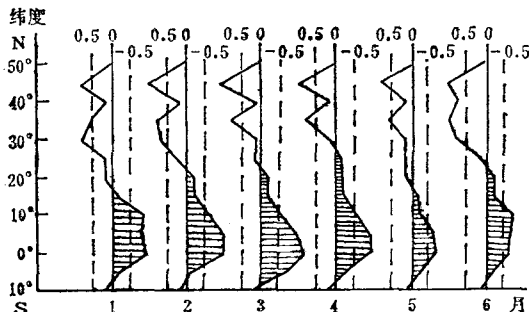


图3 冬季日界线SST落后SOI 1—6个月的变化

Fig. 3 The variations of the correlation coefficients after 1-6 month lag between SST at diurnal line and SOI in winter

偏晚, 其相关程度远不如赤道地区。从上述纬向和经向分布来看, 南方涛动对北太平洋海温的影响存在明显的季节性和地区差异, 从而进一步可了解SO对海温影响的时空分布特征。

四、南方涛动与赤道太平洋海温的时滞关系

从南方涛动与北太平洋海温的相关场的时空分布中, 可以看出SOI和赤道东太平洋SST的负相关性最好、持续时间长、范围亦很广。上述的结论是在SO影响北太平洋SST的前提下讨论得出的。北太平洋SST对SO的影响又如何呢? 下面选用最有代表性的赤道东太平洋SST来讨论SST对SO的反馈情况。

为了探讨时滞的季节性相互依赖关系, 本文已计算出同年逐月的相关系数, 其结果见相关系数表。表中仅列出负相关系数 $R \geq 0.36$ 、信度在95%以上的值。它们中的大多数, 尤其是R的信度在99%以上的值(括号内的数字)出现在上三角区内, 这也证实了SOI和赤道SST之间有超前关系, 这种超前关系尤以冬季(10—12月)为明显, 同时SOI超前SST以一个季节(3个月)的相关性最好。其中, 9月份的SOI和12月份的SST, 相关系数高达0.72。而在下三角区内, 反映出赤道SST对SO的反馈现象是存在的。这主要表现在5—9月期间, 尤以6月份赤道SST对9月份SOI影响较大。另外, 相关程度相当于95%和99%的R个数均少于上方三角区内的个数。以上述可知, SO和赤道SST之间存在一定的时滞现象, 其中, 南方涛动对赤道海温的影响是主要方面。

这正如Bjerknes(1969)所指出的秘鲁近海岸的暖水现象(EL Niño), 这是由于随着东—西向气压梯度减小而产生热带东风带变弱, 结果造成近海岸地区海水上翻减弱。同时, 辐射、感热和潜热通量又使得海面增暖^[2]。

为了更进一步分析SO和赤道SST的相互影响问题, 这里采用交叉谱分析方法, 讨论赤道地区SST和SO的耦合振荡过程(如图4所示)。

SOI和赤道地区SST逐月相关系数表(百分数)
Table The correlation coefficients between the equatorial SST and SOI for different months (percentage).

SOI \ SST	月 份												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1													
2	(51)												
3													
4													
5													
6								37		(51)	41		
7						41		45	39	39	(56)	(48)	
8					41	42			(56)	42	(64)	(61)	
9					45	(52)	(48)	(54)			(70)	(72)	
10						38			45		(56)	(58)	
11									39			(63)	
12												(46)	

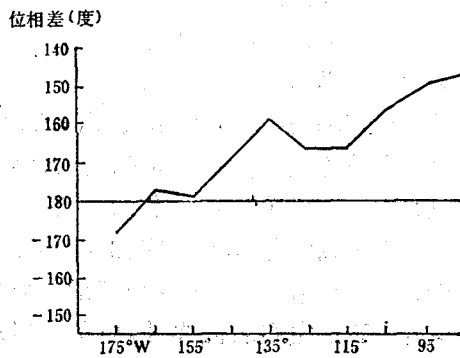


图4 赤道SST和SOI的位相差值示意
Fig.4 Phase difference between the equatorial SST and SOI.

图中以180°为界,正(负)位相差表示SOI超前(落后)赤道SST。在以SOI主周期53.2个月为准的情况下,其位相差为正(负)7度时,表明SOI超前(落后)SST变化一个月。从图中可见,SOI与赤道SST的位相差几乎呈正位相变化,表明在该地区SOI超前SST变化。如以180°为准,赤道SST通常落后SOI 2—4个月的变化。其凝聚值均较高,达到信度要求,说明SOI和赤道SST之间的关系十分密切。

另外,从逐月赤道SST与SOI的时滞相关分析中,可明显地看出季节性变化和时滞尺度的差异。由于篇幅所限,这里选用冬季(1月)、夏季(6月)赤道SST与SOI的时滞相关图来说明。图5中的纵坐标 τ 表示时滞月数,正(负)代表赤道SST超前(落后)SOI的月数,0为同时相关(横线表示)。图内的虚线为相关零线,细实线分别为相关系数 ± 0.36 和 ± 0.46 的等值线。

在冬季赤道SST和SOI的时滞相关图中, $\tau = 0 - \pm 12$ 个月期间以负相关型占优势,正相关型仅在 $+9 - +12$ 和 $-11 - -12$ 期间内,并且正相关系数均没有达到0.05信度要求,图内斜线区为负相关,系数大于 -0.36 的区,它相当于0.05的信度水平,该区的范围非常大,基本上在零横线下,相关中心约在 $165 - 170^\circ W$ 附近,中心的相关系数达 -0.80 ,时间在 $\tau = -2$ 处。双斜线区为负相关系数大于 -0.46 (相当于0.01的信度水平),它集中在 $\tau = +1 - -6$ 期间,其中在 $\tau = -4$ 期间, $180^\circ - 85^\circ W$ 各网格点上负相关程度高,大大超过了0.01的信度要求。从相关程度和范围来

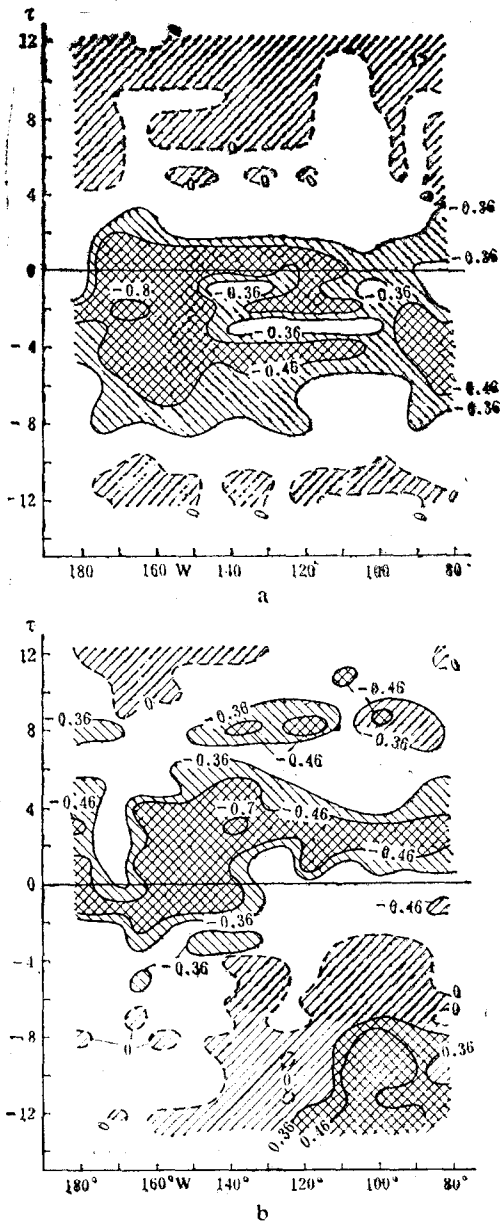


图5 赤道SST超前(落后)SOI1—12个月的相关分布 a为冬季; b为夏季

Fig. 5 Distribution of the correlation coefficients after 1—12 month lag between the equatorial SST and SOI.

看,可以认为冬季赤道SST变化落后SOI 2—4个月的关系较好,表明这个季节赤道SST

变化是受前期南方涛动的影响。

夏季赤道SST和SOI时滞关系与冬季情况不一致。总的来看负相关仍占优势,在 $\tau = -8$ — -12 期间,出现正相关达到0.05信度水平的相关区(双斜线),不过范围不太大。负相关区的双斜线区(相当于0.01的信度水平),主要在零横线上方,位于 $\tau = -1$ — $+4$ 期间,最大的负相关中心在 140°W 附近,中心的相关系数达 -0.67 。这表明夏季赤道SST和SOI的时滞相关主要在 $+\tau$ 期间,其中以 $\tau = +3$ 处的相关最好,且东西范围最宽,不过 $+\tau$ 的持续时间没有冬季长。由此可见,夏季赤道SST变化超前SOI,其中以超前三个月最好。

五、结束语

本文利用34年的资料进行相关计算,初步分析了SO与北太平洋SST相关场的时空分布特征。从中可知,SO与赤道东太平洋SST变化有密切的关系,呈反相变化,以冬季最明显。和中太平洋西风漂流区海温关系一般,呈正相关,以春季为主。而与西太平洋SST关系较差,大致为相反变化。同时,南方涛动超前(落后)赤道太平洋海温的时间尺度和季节不同,大体上可以说冬(夏)赤道SST落后(超前)SOI一个季节左右,其中以落后三个月的相关最好,不过它们之间的影响是相辅相成的。至于南方涛动是如何影响,这问题有待于通过较多的海-气系统和控制涛动过程的观测资料,来进一步地认识南方涛动的本质和有关一系列现象的位相关系。

主要参考文献

- [1] 陈烈庭, 1983. 太平洋海-气相互作用的时空变化. 气象学报41(8): 296—303.
- [2] Bjerknes, J., 1969. Atmospheric teleconnection from the equatorial Pacific, *Mon. Wea. Rev.*, 97: 163—172.

THE CORRELATIVE ANALYSIS BETWEEN THE SOUTHERN
OSCILLATION AND THE SEA SURFACE TEMPERATURE
OVER THE NORTH PACIFIC

Li Yuehong

(Academy of Meteorological Science)

Abstract

Based on the monthly mean data of 1949—1982, the correlations between the sea surface temperature (SST) over the North Pacific and the Southern Oscillation (SO) Index, including the time-lagging and time-advancing by 12 months, have been computed. The effect of SO and the feedback of the equatorial sea surface temperature are discussed in this paper. It is found that the characteristics of the correlation field between them are different for various seasons and regions. Among them, the correlation between SO and SST of the East equatorial Pacific ocean is highest. The effect of SO on SST in the equator area is more significant in winter than that in summer. However, the biggest effect in the westerlies flotation region is found in spring and the next is in summer. As for the feedback of the equatorial sea surface temperature to SO the strongest is in summer (June and July).