

副高与海温相互作用的时空特征分析及预报

赵汉光

(中央气象台)

摘要

本文分析了逐月同期西太平洋副高与太平洋海温场相互作用的时空分布特征。发现副高强弱变化与西风漂流区(35° — 40° N)海温呈负相关,与赤道洋流区(5° N— 10° S)海温呈正相关,其相互作用的敏感区域,其经向范围主要在 170° — 140° W之间。夏季副高脊线位置与黑潮强弱呈正相关,西伸脊点位置与黑潮区海温呈负相关,它们之间的相互影响过程可能与环境场的配置有较为密切的联系。副高对海温的滞后响应以秋冬季节较明显;相反,海温场对夏季副高强弱变化的滞后响应主要发生在非洋流区(20° — 25° N),以冬、春季节明显。在此基础上,为预报副高活动特征,提供了一些线索。

一、引言

众所周知,逐年月、季平均环流的变化,是由大气内部动力学过程和变化缓慢的外边界条件综合影响的结果。由于70%的外边界是海洋,海洋上层的热力异常作用,可能在很大程度上控制着气候的变化。60年代,海面温度作为短期气候变化的一种物理因子,开始显示出它的的重要性,国内外先后利用海温、海冰资料广泛开展了海-气相互作用及海温对长期天气和气候的影响等的研究,我国尤其是集中地研究了太平洋海温对西北太平洋副高的影响^[1—4],在长期预报中发挥了重要的作用。

本文利用1951—1980年30年的北太平洋海温资料、西北太平洋副高面积指数、夏季副高脊线位置及西伸脊点位置的资料,着重分析研究副高与海温相互作用的敏感区、影响过程,以及逐月海温场对副高强弱的滞后效应随季节的变化。最后对副高活动变化特征提供一些预报线索。

二、副高与海温场同期相互作用的时空分布

1. 副高强弱变化与海温场同期相关的时空分布特征

李克让等^[5]利用自然正交函数,分析北太平洋海温场的时空特征时指出:在北太平洋上,海温场的分布有两个关键区,一是黑潮和西风漂流区,另一个则为热带和东太平洋区。它们的年际振荡经常是反相的,这是北太平洋海温场的基本形式。

我们在分析副高强弱(以500hPa副高面积指数表示,下同)与北太平洋海温的相关场中,发现在北太平洋海温场变率最大的两个洋流区——西风漂流区和赤道洋流区,与副高强弱变化的关系最为密切。为了方便起见,下面我们分别给出沿 35° N(代表西风漂流区)和赤道(代表赤道洋流区)逐月海温与副高强弱变化之间同期相关的时空分布图(见图1)。由图可见,在西风漂流区海温与副高强弱呈负相关,在赤道洋流区呈正相关。

其次,我们可以看到,在图1中相关最显著的区域集中在 170° — 140° W之间。其中西风漂流区的相关最明显。在这里,我们感兴趣的是逐月赤道洋流区海温与副高强弱之间的相关(图1b),有明显的季节变化,其中在 170° — 140° W范围内,相关月数最多,相关的显著性亦最高(而并非在南美秘鲁沿海 80° W附近)。上述两个洋流区,在 160° W附近相关尤为显著。这是为什么呢?我们认为可能与赤道东太平洋的冷舌区末端的平均位置有关。该经度附近,恰好是沃克环流的上升支和下沉支的交界区(参阅文献[6]中的图7、8)。换句话说,该地区的

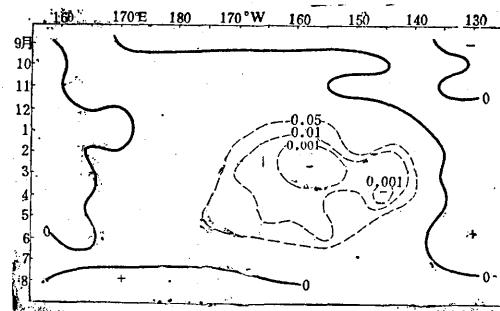


图1a 沿 35° N逐月海温与副高强弱同期相关的时空分布图(相关系数以信度达0.05、0.01和0.001的曲线表示,下同)

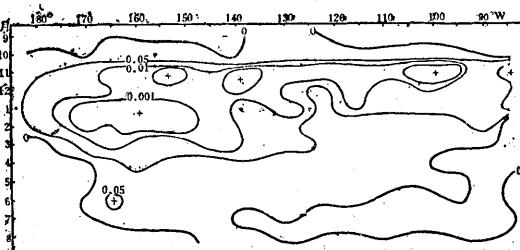


图1b 赤道上逐月海温与副高强弱同期相关的时空分布

海温变化,与沃克环流的变化是紧密相联的,是海-气相互作用最为敏感的地区。上述经度范围的海温变化,对于我们进一步深入研究海-气相互作用的机制,将会有重要的意义。

下面我们再看一下上述两个洋流区在纬向上海温与副高强弱相关区的时空分布(见图2)。由图2可见,在西风漂流区,1—6月 35° — 45° N之间相关较好,其中2—5月相关最为显著;在赤道洋流区,11—4月 5° N— 10° S之间相关较好,1—3月相关最显著。

总之,副高强弱与上述两个洋流区的海温场的相关,不仅存在明显的敏感区,而且具有明显的季变化。

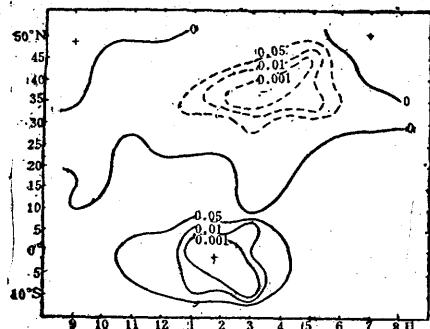


图 2 沿 160°W 逐月海温与副高强弱同期相关分布图

2. 副高脊线位置与海温场同期相关的时空分布特征

分析表明，夏季副高脊线位置与赤道洋流区和西风漂流区的海温场同期相关关系不明显，而与黑潮地区的海温场却存在一定的相关性。从夏季副高脊线位置与西太平洋海温场同期相关的分布图（图3b）上可见，黑潮地区在副高平均脊线位置以北以正相关分布为主，平均脊线以南以负相关分布为主。其中6月份副高脊线位置与黑潮强弱关系最好，正相关区的面积最大，中心最大相关系数达

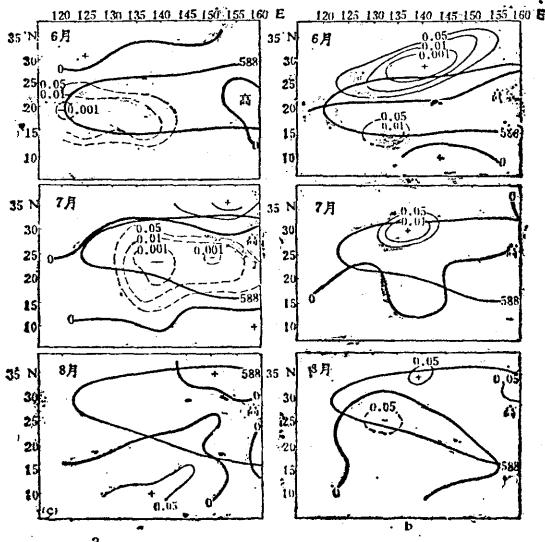


图 3 西太平洋海温场与副高脊线位置(b)及与副高西伸脊点位置(a)的同期相关场分布

0.72，信度超过0.001；7月份次之，8月份则仅剩下一个相关点，相关系数仍达到0.45，信度超过0.05。这表明，黑潮强弱对夏季各月副高脊线位置变化所起的作用是有差异的。

初夏(6月)，副高脊线平均位置一般在 20°N 附近，长江中下游和日本南部正值梅雨时节，黑潮位置处于副高588线北界附近，其上空为辐合上升气流。当黑潮较强时，向大气输送大量的潜热和湍流感热，增加了副高北部及大气内能，空气柱增长，有利于副高主体逐渐北移，脊线位置相应地偏北；

反之，则副高位置容易偏南。而8月份的情况可能与6月份不尽相同。因8月份副高脊线平均位置已到达 28°N 附近，接近黑潮的位置，黑潮上空为副高控制，一般为下沉气流，没有向上的潜热输送，只有部分湍流感热输送。因此，不容易改变副高的南北位置。由此可见，随着环境场的改变，海-气相互作用的影响过程亦完全不一样。

3. 副高西伸脊点位置与海温场同期相关的时空分布特征

图3a给出了夏季副高西伸脊点位置与黑潮地区海温场同期相关的分布图。由图可见，6、7月份副高主体的西部与黑潮区域的海温场，存在着负相关关系，信度一般可达到0.01以上。这说明：当副高主体西部下垫面的海温异常偏低时，海洋向大气输送的湍流感热通量就会相应地明显减小，空气柱的内能就会减小，即不利于副高主体的西伸；反之，则利于副高主体西伸。

综上所述，无论是副高强弱的变化，脊线位置的南北变动，脊点西伸位置的东西摆动，都在一定程度上与下垫面——海洋温度的异常作用，存在着某种间接和直接的联系，相互联系不仅具有明显的敏感区域，而且其影响过程或机制亦随着季节的变化而存在显著的差异。

三、海温场与副高的滞后相关

1. 海温场与副高强弱的滞后相关随季节的变化

副高强弱对海温场的响应，不仅具有明显的敏感区和季节性，而且还具有明显的滞后效应。下面我们将分析一下这种滞后效应随季节的变化。

我们作了沿 160°W 各月西风漂流区和赤道洋流区海温与副高强弱的滞后相关图（图略）。发现秋季海温对后期副高强弱的滞后效应最长，滞后相关长度一般可达7—8个月，但信度都比较低（0.05以上）；滞后相关最好的时段，主要集中在冬季，信度超过0.01，一般滞后相关长度在4—6个月；夏季滞后相关最差。

2. 前期海温场的变化与初夏副高脊线位置的关系

前面分析的黑潮地区海温变化与夏季副高脊线位置的同期相关以6月份最好。为此，我们以6月份为例，沿 30°N 作前期逐月黑潮海温与6月份副高脊线位置的相关分布图（见图4）。由图可见，前一年的9—12月黑潮区海温的变化，与次年6月份副高脊线位置的变化基本上呈正相关分布，在 130°E — 140°E 之间相关显著，其中10月份的海温与其相关最好；而当年1—4月的海温与其基本上呈负相关分布， 140°E — 155°E 之间相关显著，2月份与6月份副高脊线位置的相关最好，中心最大相关信度超过0.001。5—6月又转为正相关，这种正、负、正相关的时间间隔差不多为4个月左右。由此，我们可以从前期秋冬季节黑潮地区海温变化的特点来预测初夏副高脊线位置的变化趋势。这里我们给出以前一年10月和当年2月黑潮区的海温作为预报因子，预报6月份副高脊线位置的逐步回归方程：

$$y = 1.6034 + 0.1510x_1 - 0.2353x_2 + 0.1439x_3$$

式中 x_1 、 x_2 、 x_3 分别为前一年10月 30°N 、 135°E 、当年2月份 30°N 、 145°E 和 30°N 、 155°E 格点的海温值。图5给出了历年6月份副高脊线位置曲线及用上述逐步回归预报方程拟合和预报的副高位置曲线。从1981—1983年的试报效果来看，趋势完全一致。

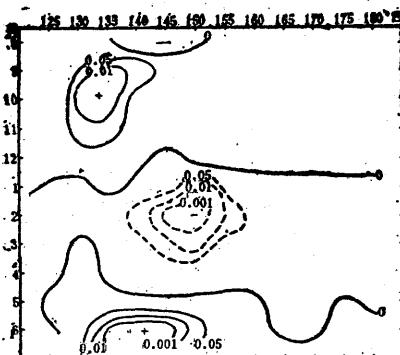


图 4 沿 30°N 前期逐月黑潮海温与 6 月份副高脊线位置的相关分布图

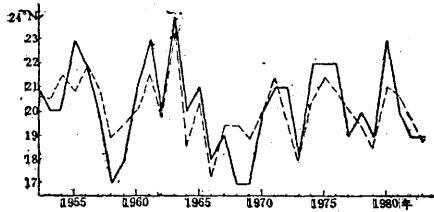


图 5 历年 6 月份副高脊线位置及用逐步归方程拟合、预报的副高脊线位置

与此同时, 我们还分析了前期赤道洋流区的海温与夏季副高脊线位置变化的关系, 发现仅与初夏(6月份)的副高脊线位置的关系较好。图6为沿160°W前期逐月海温与6月份副高脊线位置的时空分布图。图中可见, 在赤道洋流区附近, 从前一年夏季到次年5月, 海温与6月份的副高脊线位置都呈反相关关系, 最大相关系数的轴线从前一年8月份开始, 由15°N附近逐渐向南移动, 12月份移到赤道附近, 从1月份又转向北移, 直到5月份稳定在5°N附近。其中冬季赤道附近的海温与6月份副高脊线位置的相关系数最大。所以, 除前期黑潮海温的变化外, 利用前期冬季160°W附近赤道洋流区的海温变化, 同样可以较好地预报初夏副高脊线位置的变化趋势。最后需要强调指出的是, 大量的

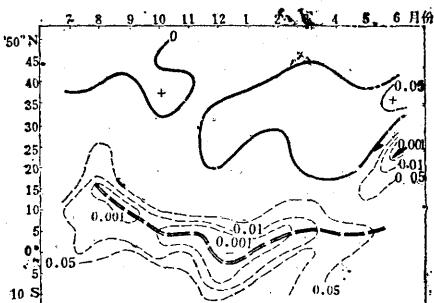


图 6 沿 160°W 前期逐月海温与副高脊线位置的相关分布图

相关分析表明, 前期太平洋海温场与7、8月副高脊线位置的变化相关不明显。

3. 前期海温场与初夏副高西伸脊点位置的关系

黑潮区海温与夏季副高西伸脊点位置同期关系以6、7两月的关系最为密切。下面我们仍以6月份为例, 分析前期黑潮区海温变化与6月份副高西伸脊点位置之间的关系。由前期逐月黑潮区(20°N)海温与6月副高西伸脊点位置的时空相关分布图(图略)可见, 前期基本上维持着负相关的关系。从最大相关系数轴线位置变化来看, 1月份开始从120°E逐渐向东移动, 4月份移到140°E, 然后又折到130°E附近。

四、海温对副高强弱反馈作用的响应

副高和海温同期相互作用以及前期海温场与副高强弱的滞后相关, 都发生在主要洋流区内, 但海温场对副高强弱反馈作用的响应, 却发生在非洋流区内。我们画了20—25°N、160°W海温对逐月副高强弱反馈作用的响应情况(图略)。发现在非洋流区的海温主要对夏季副高强弱反馈作用的响应最显著, 以正反馈响应。反馈响应一般相隔6—9个月为主。所以, 夏季副高强弱对后期非洋流区的海温的影响, 出现在冬春季节, 并以春季为主。由此可见, 海温和副高是相互作用、相互影响、相互制约的。

五、结论

通过以上的分析, 可以得出以下几点结论。

1. 西太平洋副高的强弱与同期北太平洋海温最基本的相关场形式为: 与西风漂流区(35—45°N)海温呈负相关, 与赤道洋流区(5°N—10°S)海温呈负相关, 其敏感区主要在170—140°W。对赤道洋流区来说, 并非是在南美秘鲁沿海(80°W)附近。

2. 同期黑潮地区海温场的变化特征与夏季副高位置存在着一定的联系。其影响过程可能与环境场关系较为密切。黑潮强弱(30°N附近)与副高南北位置呈正相关; 黑潮区海温(20°N附近)与副高东西位置呈负相关。其中与初夏(6月)副高位置的变化关系最密切, 在预报上有一定的参考意义。

3. 在洋流区(如西风漂流区和赤道洋流区)海温对副高强弱的影响具有滞后效应, 这种效应随季节变化, 其中秋冬季节滞后效应较为明显。因此, 在预报副高强弱变化时, 应着眼于秋冬季节, 特别是两个洋流区的敏感区海温变化的特征。

4. 夏季副高强弱的变化, 对未来冬春季在非洋流区(20—25°N)的海温变化, 具有一定的影响, 一般呈现为正相关关系。

参 考 文 献

- [1] 地理所长期组, 热带海洋对副热带高压长期变化的影响, 科学通报, 7, 1977。
- [2] 符崇斌、李克让、陈永申、沙万英、许以平, 太平洋海面温度的长期变化及其对副热带高压的影响, 地理集刊, 11, 1979。
- [3] 许以平、周国良、沙万英, 用秋冬太平洋海面温度预报夏季北太平洋副热带高压的特征, 中长期水文气象预报文集(第一集), 水力电力出版社, 1978。
- [4] 地理所长期组, 北太平洋南北海温距平差对副热带高压影响的若干事实, 大气科学, 2, 1979。
- [5] 李克让等, 北太平洋海温场的时空特征分析, 海洋学报, 2卷3期, 6, 1980。
- [6] Bjerknes J., Mon. Wea. Rev., Vol. 97, No. 3, 1969.