

热带洋面上最小OLR轴与最大SST轴 关系的气候学研究

蒋尚城 郭 炜

(北京大学地球物理系)

热带洋面上的SST(海表面温度)是影响大气环流变化及气候异常的重要参数,众所周知的厄尔尼诺事件即是首先从南美海岸的SST异常增温发现的。自有卫星观测以来,OLR(射出长波辐射)亦已成为反映热带洋面上的大气凝结热源、降水量及对流活动等重要现象的参数,而得到了越来越多的气象学家的重视和广泛的应用^[1]。事实上,在热带洋面上OLR所反映的云是海气相互作用的产物,海洋对大气的相互作用首先是通过SST的变化来影响大气的,海洋上的大气受热对流产生的云(反映为低OLR)反过来又会阻挡太阳辐射而影响SST,所以研究OLR和SST的关系应是研究海气相互作用的一个重要组成部分。Liebmamn和Hartmann^[2]在分析热带太平洋上OLR的年际变化时证实了OLR的距平演变与南方涛动(SO)的SST距平紧密相关。Murakami^[3,4]等研究了印度洋和太平洋上不同时间尺度的OLR与SST分量的变化关系,发现OLR距平与SST距平滞后反相关,年际变化的SST超前OLR 2—3个月,季节内变化的SST超前OLR 10 d左右。蒋尚城^[5]在分析热带洋面上ITCZ的气候学特征时曾指出,太平洋上双ITCZ的东西向季节振荡是与该地区的暖水舌的东西振荡密切相关的。关于热带洋面上SST与云带或ITCZ的关系,Saha^[6]早在70年代初就分析过,提出了热带洋面上云带与最大SST轴基本一致并位于最大SST轴的偏北一侧。但由于Saha所用的资料是1967—1970年早期ESSA卫星云图所推得的平均云量资料,其所得的热带洋面上的云带分布与现在我们用长时期的高分辨率的OLR资料所得到的ITCZ分布已有较大的出入,加之他用以进行比较的又是不同期的(1960年以前)的SST资料,因而其相互关系的结果有必要重新进行考察,以便进一步弄清楚热带洋面上不同地区、不同季节的最小OLR(ITCZ)与最大SST(暖水轴)的气候学关系。这对于我们深入研究全球热带洋面上的海气相互作用的气候学信息无疑是有益的。本文即是想用1974—1985年间9年的NOAA卫星观测的OLR资料与同期的SST资料对此问题作更详细的研究。

一、资料及其处理

本文所用的OLR资料是美国NOAA卫星系列一日两次观测的射出长波辐射资料,时

间为1974年6月至1984年5月(其中缺1978年3—12月), 范围是 30°S — 30°N 之间的全球热带洋面上, 格距为 2.5° . SST是相同地区和时间范围的 $2^{\circ}\times 2^{\circ}$ 网格点资料, 以上资料, 以上资料均由美国国家气候分析中心(CAC)提供.

二、气候平均图分析

首先, 我们利用上述9a的全球热带海洋上的OLR及SST资料作出 30°N — 30°S , 太平洋(100°E — 60°W)及大西洋与印度洋(100°W — 100°E)的1、4、7、10月的气候平均图. 为了便于分析比较, 我们将OLR和SST画在同一张图上〔图1(a)和(b)]. 为了突出分析热带辐合带附近的OLR和SST的关系, 以月平均OLR等于 240Wm^{-2} 的等值线(实线)作为ITCZ的特征线, 以SST等于 28°C 的等值线(虚线)作为热带暖水区的特征线, 小于 240Wm^{-2} 的最小OLR轴线(即ITCZ轴)以粗实线表示, 在 240 — 250Wm^{-2} 之间的最小OLR轴(弱ITCZ轴)则以点虚线表示, 大于 28°C 的最大SST轴(暖水轴)以粗虚线表示, 27 — 28°C 之间的最大SST轴(弱暖水轴)以双点虚线表示.

由图1(a)和(b)可看出:

1. 全球大部分热带洋面ITCZ轴位于大于 28°C 的暖水轴附近, 即便没有暖水轴对应, 也位于至少大于 27°C 的暖水区内, 这与Graham和Barnett^[7]最近研究印度洋和太平洋上对流变化认为深对流必须在 27.5°C 以上的暖洋面上发展这一结果基本一致.

2. 各大洋上ITCZ轴和暖水轴的关系: (1)在太平洋, 东西部有明显差异, 东部(180° 以东)一年四季ITCZ与暖水轴都基本上相吻合, 但东南太平洋上除1月以外虽有明显的暖SST轴却无ITCZ轴与之对应, 西部(180° 以西)太平洋上两者的关系却很差, 除1月南半球的ITCZ与SST轴相吻合较好外, 其他季节在南北半球双ITCZ之间夹有一暖水轴, 而在7月最强(大于 29°C)暖水轴出现在 17°N 左右的南海及菲律宾以东洋面上, ITCZ却位于其南8—10纬距的洋面上(这与Saha的结果完全不同), 这种强暖水轴与ITCZ分离的现象说明SST的升高对于对流加深的影响并不敏感, 因此ITCZ的位置并不唯一决定于最大SST轴. (2)在大西洋, ITCZ与暖水轴吻合情形较好, 两者基本重合, 平均距离不超过两个纬度, 位置偏于暖水轴靠极地一侧, 但是在7月和10月最强暖水轴出现的墨西哥湾加勒比海一带, 却均无ITCZ与之对应. (3)在印度洋, 相比太平洋和大西洋来说, 印度洋上ITCZ与暖水轴的关系最为复杂, 仅在1月(南半球夏季)ITCZ与暖水轴的关系较好, 基本重合, 仅在西部即马达加斯加的北缘两者有较大的偏离, 可能是由于陆地影响之故, 其他季节ITCZ与暖水轴的南北两侧都相距较大, 距离2—7个纬度不等, 尤其当特强暖水轴($\text{SST} > 29^{\circ}\text{C}$)出现时(4月), ITCZ可以远离暖水轴13个纬度以上, 这种情况与7月的大西洋很相似, 再次说明SST

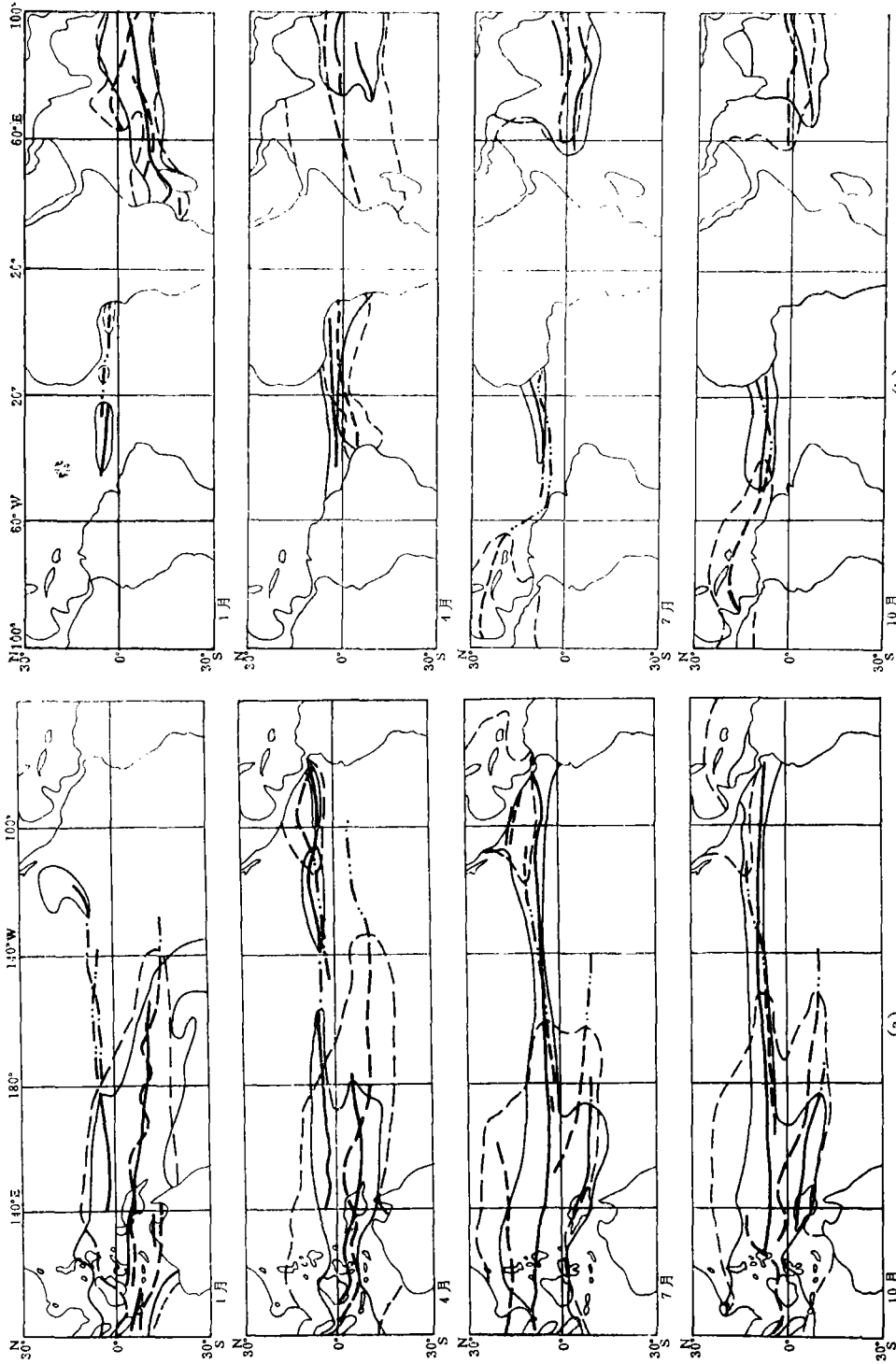


图1 太平洋 (a) 和大西洋与印度洋 (b) 上ITCZ (最小OLR轴) 与暖水轴 (最大SST轴) 的分布图 (1974—1985年)

实线: 240 Wm^{-2} 的OLR等值线 虚线: 28°C 的SST等值线 粗实线: 小于 240 Wm^{-2} 的ITCZ轴

粗虚线: 大于 28°C 的暖水轴 点虚线: $240-250 \text{ Wm}^{-2}$ 的弱ITCZ轴 双点虚线: $27-28^\circ\text{C}$ 的弱暖水轴

的增高对热带对流加深的影响不大这一事实。

三、相关统计分析

为了进一步揭示不同洋面上 SST 最大轴与 OLR 最小轴的位置及强度的相关关系，我们还分区计算了印度洋、大西洋及东、中、西太平洋上 SST 最大轴与 OLR 最小值的位置及强度相关系数。各地区的经度范围见表 1 所列。由于最小 OLR 与最大 SST 轴在一定的经度范围内并非都是连续的（有时出现中断或跳跃的现象），另外也不是两个轴均同时存在，为了进行有效的统计计算，我们对所选取的样本作如下规定。

1. 最小 OLR 轴与最大 SST 轴的确定：同一区域内各经度上的极值点连成一个轴，要求相邻两点的纬度不超过 5° 。

2. 轴长必须大于或等于区域宽度的 $3/4$ 。

3. 若一个区域内有一条以上的 ITCZ 或暖水轴时，选取靠近赤道的最长的轴作样本。

4. 必须同时有 ITCZ 和暖水轴。

根据以上标准选取样本，自然比原始资料样本（108个月）要少，但也有足够的代表性。

按上述条件，分别求各月中各区域的平均 OLR 和 SST 的强度及其两者平均位置。然后计算其纬度位置的相关系数 R_{φ} 及强度相关系数 R_I ，结果如下：

表 1 最大 SST 和最小 OLR 平均轴的相关系数

| 地 区 | | N | R_{φ} (%) | R_I (%) | | N | R_{φ} (%) | R_I (%) |
|--|---|-----|-------------------|-----------|---|-----|-------------------|-----------|
| 印度洋 (70° — 80° E) | | 60 | 7 | 3 | | 40 | 7 | -7 |
| 西太平洋 (130° — 140° E) | 北 | 64 | 8 | (-34) | 南 | 72 | 5 | (-39) |
| 中太平洋 (175° E— 175° W) | 半 | 63 | 20 | (-26) | 半 | 75 | (30) | -16 |
| 东太平洋 (130° — 140° W) | 球 | 68 | (43) | (-45) | 球 | | | |
| 大西洋 (20° — 30° W) | | 77 | (42) | (-28) | | | | |

N 为样本数， R_{φ} 为纬度位置的相关系数， R_I 为强度的相关系数，带（ ）的表示通过显著性检验的相关系数。

1. 北半球东太平洋的最大 SST 轴与最小 OLR 轴的位置、强度相关都最好，其次是大西洋，其位置相关比强度相关更明显，最差是印度洋，两者均无明显相关。

2. 西太平洋无论南北半球均以强度相关明显，位置相关不明显，说明西太平洋上最大 SST 的强度对 ITCZ 的强度变化有明显的影 响。

3. 中太平洋北半球强度相关更明显, 而南半球则相反, 以位置相关明显.

四、小结与讨论

根据全球热带洋面 9 年 OLR 及 SST 资料的分析 and 计算, 得到主要结果如下.

1. 热带洋面上 ITCZ 均位于高于 27°C 的暖洋面上, 暗示 27°C 可能是深对流发展的临界条件.

2. 热带洋面上 ITCZ 和暖水轴的关系并非如 Saha 所得出的结论那样各处都很好和 ITCZ 都位于最大 SST 轴的靠极地一侧. 只有东太平洋及大西洋以及 1 月的西南太平洋和南印度洋两者基本重合. 有的地区和季节 ITCZ 位于 SST 最大轴的靠极地一侧, 但相距 2—7 个纬度不等, 也有的地区和高 SST 季节 (如印度洋 4 月和西北太平洋 7 月), ITCZ 位于强暖水轴的靠赤道一侧而且偏离甚远 (8—13 个纬距) 说明 SST 的增大对于对流的加强敏感性不大, 因而发生了 ITCZ 与暖水轴明显偏离的现象.

3. 西太平洋虽然最大 SST 轴与 ITCZ 的位置关系不好, 但强度相关显著, 说明西太平洋 SST 的距平可引起 ITCZ 的强度异常. 蒋尚城等^[8]曾指出, 长江流域的旱涝与西太平洋 ITCZ 的位置关系不大, 强度关系密切, 因而启示我们可以以西太平洋暖水区的 SST 变化来考虑长江流域的旱涝预报问题.

以上工作说明了全球热带洋面上 ITCZ 与最大 SST 轴的关系相当复杂, 因地区、季节的不同而不同, 这也反映了不同洋面、不同季节海气相互作用的气候学背景不同, 对其原因尚有待于进一步的研究.

参 考 文 献

- [1] 蒋尚城、朱亚芬, OLR 的应用和图集 (1974.6—1985.12), 北京大学出版社, 1989.
- [2] Liebmann, B. and D. L. Hartmann, Interannual variation of outgoing IR association with tropical circulation changes during 1974—1978, *J. Atmos. Sci.*, **39** (1982), 1153—1162.
- [3] Murakami, T. and Waduawatte Sumathipala, Relationship between outgoing longwave radiation and sea surface temperature on interannual time scales, OHMET 88-03, 1988.
- [4] 村上多喜雄, 海面水温と长波の30—30日周期振動, *天气*, **35** (1988), 12, 715—722.
- [5] 蒋尚城, 全球ITCZ的气候特征研究, *气象学报*, **46** (1988), 2, 251—257.
- [6] Saha, K. R., Global distribution of double cloud bands over tropical oceans, *Quart. J. R. Met. Soc.* **99** (1973), 551—555.
- [7] Graham, N. E. and T. B. Barnett., Sea surface temperature, surface wind divergence, and convection over tropical oceans, *Science*, **238** (1987), 657—659.
- [8] Jiang, S.C. and J.S. Winston, The characteristics of outgoing long wave radiation to flood and drought over the Yangtse River Basin, *WMO/TD*, **87** (1986), 431—435.