

热带温带相互作用对热带季风/大气-海洋系统(MAOS)的作用

Tetsuzo YASUNARI, KEN' ichi UENO 和 TOMOHiko TOMITA

(筑波大学, 日本)

1 前言

一般是两年周期的 ENSO 和亚州季风系统的年际变化可看作是对热带印度到热带太平洋地区的亚洲季风区的陆地-大气-海洋耦合系统的一种调整 (Meehl, 1987; Yasunari, 1990; Yasunari 和 Seki, 1992; Webster 和 Yang, 1992 等)。在这个系统的振荡中, 亚洲夏季风对产生此系统的异常状态有积极作用。在每个季风年 (Yasunari, 1991) 一个异常状态的季节变化开始于北半球晚冬到春季。本文说明在不同季节中北半球热带-温带相互作用可通过北半球冬季风潮和副热带高压的调整 (这可能与大陆上陆气相互作用密切相关), 对激发和使一种距平状态转变成另一种距平状态作出贡献。

2 季风年和两年周期

MAOS 年际变化往往有一种季节相态锁定现象, 一种距平状态开始于北半球春季, 而后发展, 到冬季达到成熟相态, Yasunari (1991) 把一个单位气候年称作“季风年”, 因为, 亚洲夏季风与这种距平状态密切相关。图 1 为印度夏季风活动紧密联系的赤道太平洋 SSTa 季节变化的一个典型例子。有趣的是, 印度季风区各月降水距平与季节总降水量、SOI、欧亚雪盖之间的相关关系 (表 1) 表示季风降水年际变化信号主要来自季风季节后期 (8—9 月), 而不是早期 (6—7 月)。这说明某些正反馈过程 (主要是太平洋和印度洋的海气相互作用) 存在于季风本身的季节变化之中 (Meehl, 1987; 1993)。

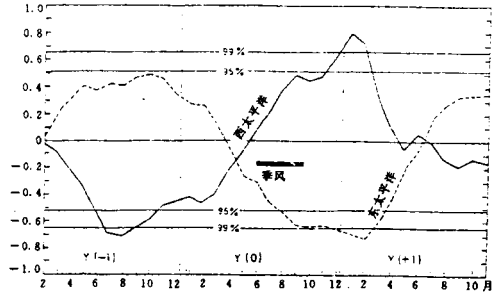


图 1 印度季风降水与西太平洋 (0°—8°N, 130°—150°E) 和东太平洋 (0°—8°N, 170°—150°W) 海温之间的滞后关系。粗黑带代表计算相关系数那年的季风季节。Y(0) 代表当年, Y(-1) 代表前一年, Y(+1) 代表后一年 (Yasunari, 1990)

表 1 印度季风区各月降水距平与季节总降水量、SOI 和欧亚雪盖的相关性

	印度季风降水距平	SOI	雪盖
6 月	0.62	0.28	-0.41
7 月	0.67	0.21	-0.56 *
8 月	0.73	0.41 **	-0.39
9 月	0.83	0.51 **	-0.49

这类性质的距平变化必然表示出系统有两年振荡。距平将在一个季风年结束时, 即春季改变其符号, ENSO 循环或 ENSO 事件正是这种两年周期振荡的一种增大表现 (Tomita 和 Yasunari, 1992)。虽然有时候为更长时间尺度的周期。本文重点放在北半球晚冬到春季 MAOS 如何从一种距平状态转变成另一种距平状态的过程上。

3 MAOS 对温带环流的作用

Yasunari (1990) 及 Yasunari 和 Seki (1992) 综合描述了亚洲夏季风对 MAOS 年际变化的作用。在印度和东南亚出现强(弱)夏季风往往是赤道太平洋上出现拉尼娜* (厄尔尼诺) 的前提, 接着秋冬季在那里出现强(弱)东-西向环流, 与强(弱)MAOS 形势相伴随。温带大气环流也有显著变化。

图 2(略) 给出由季节平均北半球 500hPa 距平场的旋转 EOF 分析得出的遥相关型和印度季风降水指数(IMR) 之间的滞后相关结果。图 2 表明夏季的 PNA(和 PNA-2) 型, 明显地与异常的 IMR 同时出现。也就是说在强(弱)印度季风期间, 以 +(-)PNA 和 -(+)PNA-2 型为主, 这意味着北太平洋到北美多数出现纬向(经向)气流。强(弱)印度季风后的秋季和冬季, 东亚到北太平洋是正(负)的 WP(西太平洋)型为主, 对应的高度距平分布是北部为正(负), 而在南部为负(正)。

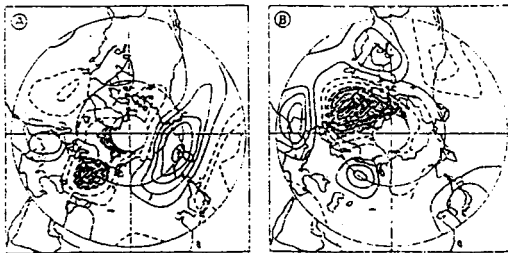


图 3 12 月 500hPa 位势高度合成距平特征 (a) 强季风年 (b) 弱季风年。等值线的间隔是 10 位势米, 负值用虚线表示 (Yasunari 和 Seki, 1992)

图 3 表示在强/弱印度季风以后的 12 月 500hPa 距平场的一些基本特征: 明确指出强(弱)MAOS 时在西半球多数出现纬向(经向)气流, 而在东半球则为经向(纬向)气流。特别是在北太平洋到北美的这种异常季节环流由于 MAOS 在热带的加热作用而得到加强。

+(-)WP 型作为东亚冬季风寒潮强度指数是很好的, 也就是说, 在南亚或东南亚强(弱)夏季风往往随后在东南亚出现强(弱)冬

季风。东太平洋这个特征对于 MAOS 变化或两年季风年周期似乎是很重要的。

4 温带强迫对 MAOS 的作用

在各季中北半球春季的 MAOS 年际信号(由 SSTA 或 SOI 表示)最弱(如图 1 所示)。然而, 在温带和副热带, 大气和海洋都出现一些重要的距平。春季(3—5 月)北太平洋 SSTA 和夏季 IMR 距平之间的滞后相关证实, 在副热带西太平洋到日本列岛以南有一个的大范围的正相关区。这意味着强(弱)亚洲夏季风之前, 春季出现明显的暖(冷)SST 距平。反之, 赤道西太平洋暖池区有明显的负相关。

这种北太平洋异常 SST 型与大气环流 EP(东太平洋)型几乎是同时出现的。在强(弱)季风之前的春季, 以 -(+)EP 型为主, 阿留申低压区为负(正)高度距平区, 在副热带高压区是正(负)高度距平区。例如 -EP 型代表副热带高压强和中纬度西风气流加强, 这似乎与上边提到的 SSTA 对应得相当好。在此情况下, 赤道西太平洋负 SSTA 可能是由与较强的副热带高压相结合的较强的偏东信风造成的。SSTA 型的主要特征在前冬已经很明显了, 即冬季东亚到北太平洋环流指数高与纬向西风气流强, 对于其后春季较强的副热带高压和信风似乎是有因果关系的。实际上, 这种异常环流在西太平洋通过反气旋式的地面风应力旋度有利于在那里出现较暖的 SST 距平。

我们应记得上面所述, 冬春季东亚和北太平洋大气环流对应的是弱或中等冬季风。而与强夏季风以后的冬春季环流型刚好相反。这就是东亚和北太平洋热带-温带的相互作用, 是 MAOS 两年周期特征的基本机制。

于是, 冬季日本以南和南海的 SST 似乎是对其后夏季风活动或 MAOS 状态的一个好的预报因子。图 4 给出这个区域平均的

* 即反厄尔尼诺事件

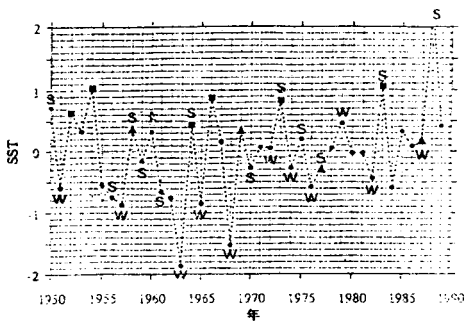


图4 北半球冬季南海和日本以南洋面上标准化 SSTA 时间序列。弱(强)印度季风年用 W(S)表示

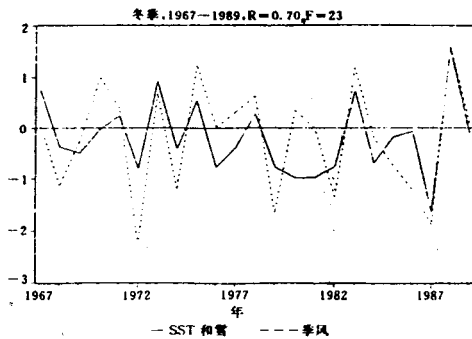


图5 根据南海 SST(12—2 月)和欧亚的雪盖(4 月)线性多元回归重建的 IMR 距平(实线),实测 IMR 距平(虚线)。IMR 距平是标准化的

冬季 SSTA 时间序列 (Tomita, 1994)。图中表明,负(正)距平的极值预示着弱(强或正常)夏季风。这种对应性似乎负距平极值更好。

另一个广泛讨论的亚洲夏季风预报因子是冬春季欧亚雪盖 (Hahn 和 Shukla, 1976; Dickson, 1984; Dey 和 Bhanukumar, 1983; Morinaga 和 Yasunari, 1992)。造成雪盖反常的大气环流是在西伯利亚中西部的低指数环流,中亚有一大槽 (Morinaga 和 Yasunari, 1987),如图 3 所示。也就是说东半球是低指数环流,如第 3 节所述这种环流在强夏季风后是经常出现的,很有可能对欧亚雪盖和太平洋的环流强度起很大作用,虽然冬季西风气流的无序性似乎能扰乱或改变这两个预报

因子的相对重要性。最后,用这两个预报因子的线性多元回归重建了 IMR 的时间序列 (图 5),虽然这两个预报因子至少部分地是不独立的。

5 结论

MAOS 的年际变化 (即热带太平洋和印度洋地区亚洲季风和海气系统的耦合气候系统) 显示出明显的季节相态锁定现象:北半球春季一种距平状态开始建立,随着亚洲夏季风的演变在冬季风 (或澳大利亚夏季风) 季节达到成熟相态,晚冬到下一年春季迅速衰减。Yasunari (1991) 定义这个单位气候年为“季风年”。

MAOS 的季节变化通过北太平洋到北美稳定的 Rossby 波的传播,对温带气流体系有相当大的强迫作用。强(弱)亚洲夏季风和拉尼娜 (厄尔尼诺) 型的异常状态,在其后的北半球秋冬季产生完全不同的环流型:西半球为高(低)指数环流,东半球 (在欧亚和东亚) 是低(高)指数环流。热带太平洋区域异常加热的空间分布可能是北半球这样气流体系的主要原因。季风年循环显著特征之一是,强(弱)亚洲夏季风往往将导致东亚强(弱)冬季风。

如此产生的北半球温带异常气流体系,反过来将影响晚冬和春季的 MAOS,基本上是通过太平洋副热带高压的调整和欧亚雪盖 (可能还有土壤湿度) 异常。有充分证据表明异常的西风气流、大陆冷涌和信风强度通过地面风应力旋度和埃克曼抽吸机制,从动力学上改变了西太平洋 SST 距平。

另一种机制是欧亚雪盖的热力影响,它可以影响到海陆季节加热的对比 (也可能控制副热带高压的季节变化)。中亚低指标环流的另一个特别影响可能是波能通量向赤道传播到印度洋地区,往往激发大尺度的赤道扰动 (Hoskins 等, 1990)。1991/1992 和 1992/1993 冬季这种扰动似乎对西太平洋西风爆发和 ENSO 事件的发生起重要作用。

冬季风潮和欧亚陆面条件对 MAOS 异常状态的变化动力、热力和水文学影响需要作更详细的评估。由此期望于即将进行的 GEWEX 亚洲季风试验 (GAME)。

施国强译自 *Proceedings of the Internat. Conf. on Monsoon Variability and Prediction, Italy, 1994*

包澄澜、朱福康校