

季风年——一个热带气候年新概念

Tetsuzo Yasunari

提要 作为热带气候异常的一个单位年(即气候年,climatic year),提出了“季风年(monsoon year)”概念。季风年定义为从北半球夏季季风季节开始算起的一年。本文还认为热带的这个气候年是以亚洲季风/太平洋区域的海洋/陆地/大气耦合系统的自然属性为基础的。

1. 引言

最初由 Russell (1934) 提出的气候年概念是根据经典气候分类(如Koppen的气候分类)的定义,进行逐年气候状况分类的。Russell定义气候年为“按气候的任何定量定义,我们可以用一年的气候要素值替代最初假定的气候正常值,并且把这一结果叫做气候年”。在气候学界,对于这一概念的有效性,

特别是在把最初为长期气候平均状态的分类方法用于逐年气候分类,存在着许多争议。然而,对气候年这一概念,目前还存在未被讨论过的另一个问题,这就是采用“日历年(calendar year)”作为逐年气候分类中的一个单位年是否适当这一问题。从科学和技术的观点看,这一问题对热带是特别重要的。

在潮湿的热带(如印度尼西亚位于热带的海洋性陆地),那里没有明显的雨(或干)

季。在这些地方,气候参数(降水、地面气压、海表温度等)的一种距平(同号),很容易出现在相邻的两个日历年中。在这种情况下,按日历年界线把距平截断有时会使气候年不适当或不正确。另一方面,在季风地区,北半球和南半球的雨(或干)季看来大致出现在季节循环的相反位相。在这种情况下,我们就有一个怎样把一个半球一个季节的气候距平有机地与另一半球联系在一起的问题,或从气候学观点看,我们怎样才能鉴定一个半球的气候年等同于另一半球气候年的问题。本文我们根据 El Niño/南方涛动 (ENSO) 及有关研究的最新结果,将讨论这些问题。

像 ENSO 所典型代表的那样,热带气候系统的年际变率存在着在距平演变的季节循环上的强位相锁定(strong phase locks)。例如,在 ENSO 事件中,东太平洋海表温度演变的成熟阶段看来最大可能是在北半球的冬季(Rasmusson和Carpenter,1982)。

Meehl(1987) 强调指出,从热带印度洋到太平洋的大气/海洋耦合系统中的年际异常,在北半球夏季首先从印度季风区开始,随着北半球夏季到冬季的季节推移,这种年际异常向东南传播。在夏季季风期间,印度和东南亚上空的强(或弱)对流状况维持在印度尼西亚上空和随后秋季的澳大利亚季风地区,在冬季进一步朝东移向南太平洋辐合带

(SPCZ),这是紧随着对流中心的季节迁移。与这种对流异常的季节迁移相联系,异常的东-西向环流场也存在空间和时间变化。这些异常的符号变化绝大多数发生在下一个北半球夏季刚开始之前(月到7月)。印度和太平洋的热带部分的年际变率的这些特性不可避免地选择两年时间尺度作为其主要周期。就在最近,通过补充了更多有关大气和海洋的观测事实,Yasunari(1990)已经证实了热带大气/海洋耦合系统的这一有趣的特性。

在以下各节中,根据一些文章中所给的结果,总结了热带气候异常的持续性和转换的季节性。本文还讨论了亚洲夏季风在表现气候异常中这些特性上的作用。最后,提出了季风年概念作为热带气候异常的一个单位年。

2. 西太平洋海洋混合层的温度

日本气象厅的研究船 Ryofu-Maru号从1967年开始沿 137°E 做每年一次(1月)的海洋观测,从1972年开始增加为每年两次(1月和7月)。图1给出了西太平洋暖水池区域($2-10^{\circ}\text{N}$)平均的1月和7月的海水温度(SWT)距平。这个时间-深度剖面图清楚地显示了在整个海洋混合层中海温距平的准两年(即两年或三年)振荡(QBO)。最大的变化出现在斜温深度(大约150米)。这有力地表明,

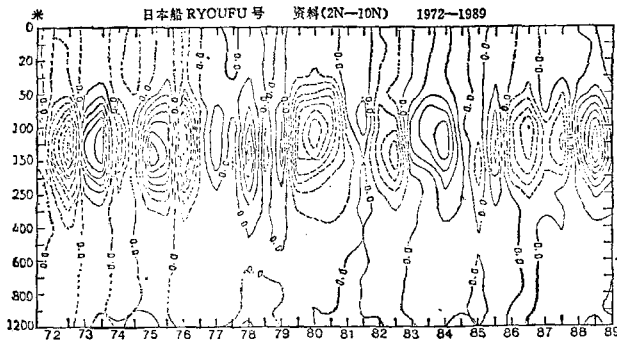


图1 沿 137°E 线 2°N 到 10°N 平均的从海表到1200米深的海水温度距平垂直时间剖面图。其中等值线间隔为 0.1°C ,虚线为负值

QBO振荡代表着暖海洋混合层厚度的变化。应该注意,这里给出的距平是相对于长期月

平均的简单偏差,而没有使用任何时间滤波器。

此图的另一个主要特点是，除了同号距平持续三年振荡中的某一个整年（即1975，1980，1984，1987）的情形外，多数距平的符号

变化发生在1月到7月的某一时刻。这一特性在每月的距平分散图（图2）中表现得 clearer，即1月和当年7月的线性相关为弱的负

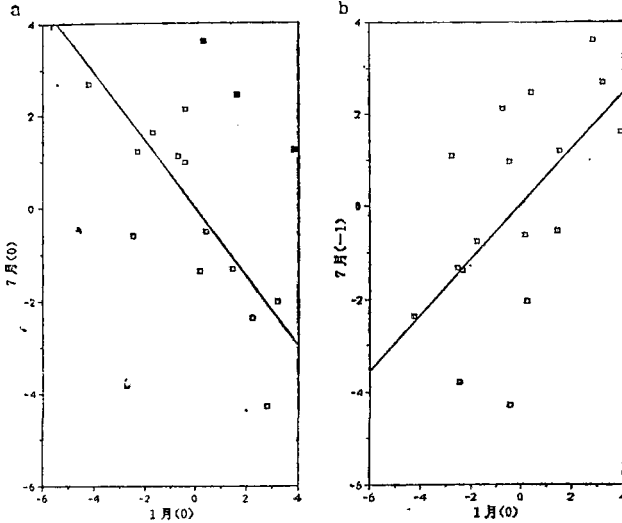


图2 散布图和线性回归，其中(a) 150米处1月SWT距平与当年7月SWT距平；(b) 150米处1月SWT距平与前1年7月SWT距平。涂黑的为3年周期振荡阶段的距平

相关($r = -0.25$)，而7月和次年1月为显著的正相关($r = 0.60$ ，达到0.1%信度)。这就是说，在北半球夏季到随后的冬季，距平有相当强的持续性，而距平从正号变为负号(或从负号变为正号)的转换经常发生在冬季到随后的夏季之间。

显著的相关。有趣的是，IMR与次年1月SWT距平的相关比IMR与同年7月SWT距平的相关更显著。IMR与20米深处1月SWT距平的相关为0.78，远超过0.01%的显著水平。

3. 印度季风和热带太平洋的海洋距平

图1中给出的热带西太平洋混合层温度QBO振荡与图3中给出的印度季风降水(IMR)指数(Parthasarathy, 1987)的振荡有

本文还考查了IMR和赤道西-东太平洋SST距平的滞后相关，结果见图4。图4清楚地显示两区域SST距平与IMR的相关随着从同年夏季季风季节到随后冬季的季节推移而增加，相关系数绝对值的最大值出现在1月或2月。由于IMR和SST距平两者的强QBO特性，出现在 $Y(-1)$ 后半年的与 $Y(0)$ (即季风当年)符号相反的第二最大相关系数值，也很显著。

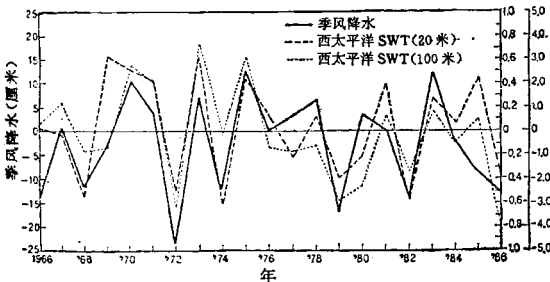


图3 印度季风降水距平(粗实线)、次年1月 $137^{\circ}\text{E}(2-10^{\circ}\text{N}$ 平均)20米(粗虚线)和100米(细虚线)深处SWT距平(Yasunari, 1990)

上面介绍的SWT和SST距平的季节演变与图5给出的热带太平洋纬向风场距平的演变是一致的。图5给出了从强季风年(即1971, 1973, 1975, 1978, 1981和1983年)开始的6对年(six pair-years)中两个日历年合成的对流层低层(700 hPa)沿赤道带SST和纬向风距平的季节演变。由于强的准两年振荡特性，我们注意到第2年(包括

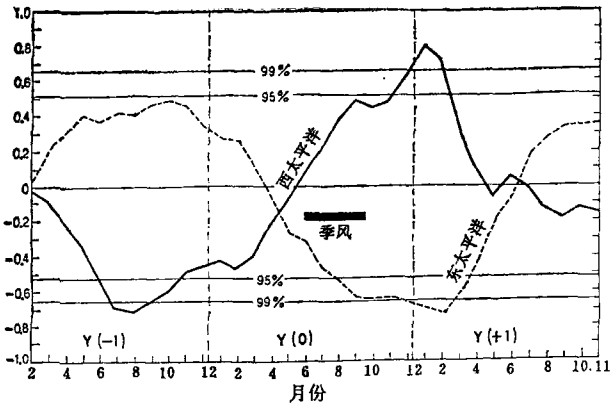


图 4 印度季风降水距平和西太平洋 (0—8°N, 130—150°E)、东太平洋 (0—8°N, 170—150°W) SST 距平的滞后相关。粗黑横线表示季风季节。Y(0) 指该季风年, Y(-1) [Y(+1)] 指 Y(0) 的前 (后) 一年 (Yasunari, 1990)

ENSO年)大部分是弱季风年。特别引人注目的是, 几乎与东风距平开始在整个太平洋区域发展的同时, 强的印度季风就开始了。紧接着从夏季到初冬西太平洋东风距平的发展, 在中、东太平洋出现显著的负 SST 距平, 而在西太平洋出现正 SST 距平。中、东太平洋负 SST 距平与东风距平的耦合从冬季持续到早春, 直到第二年 (弱) 印度季风刚刚开始之前, 西太平洋出现西风距平。

Yasunari(1990) 讨论了 SST/SWT 和纬向风场的这些特性, 并指出, 在亚洲太平洋地区热带东-西向 (瓦克) 环流中, 海气耦合系统的强 (或弱) 的季节变化特性, 从印度季风开

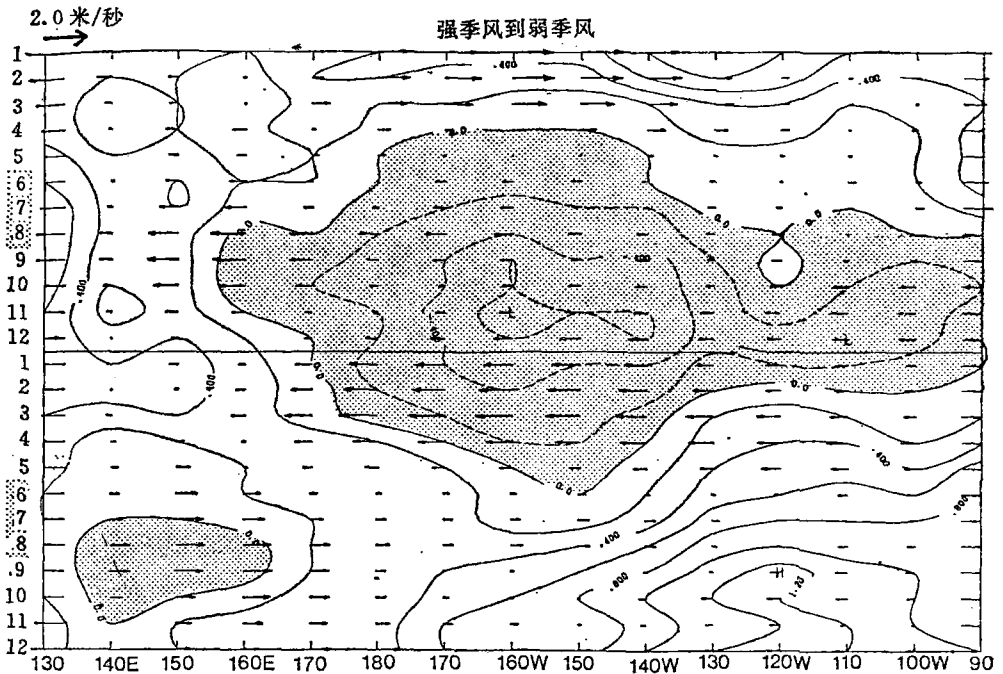


图 5 从印度季风活跃年到弱年的两年合成的 700 hPa 沿赤道的 SST 距平和纬向风距平矢量的经度-时间剖面图; 其中, SST 正 (负) 距平用实 (虚) 线表示 (间隔为 0.2°C), 阴影区为负值区 (Yasunari, 1990)

始大约盛行一年。

4. “季风年”的建议及其含义

现在我们已经认识到在热带的主要部分 (即亚洲季风和太平洋部分) 气候系统的年际

变率不能用通常的单位年即日历年来说, 引进“季风年”新概念作为一个单位年对研究热带气候是有益处的。季风年定义为从北半球春夏之间某一时刻或夏季季风季节之前开始的一年。显然这一概念对解释热带异常状

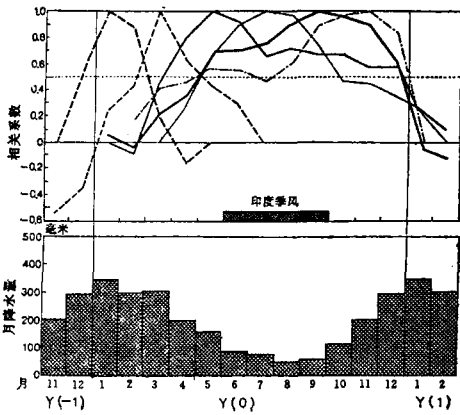


图6 上图为参照月为1月(粗虚线)、3月(虚线)、5月(实线)、7月(细实线)、9月(粗实线)、11月(点画线)的印度尼西亚月降水距平的滞后相关。印度季风季节用带影横线标出。下图是爪哇岛的平均季节性降水量(Yasunari和Suppiah,1988)

态年是有效的。例如，图6给出的印度尼西亚海洋性陆地区域季风降水指数的年际变率就很符合这一概念(Yasunari,1981; Yasunari和Suppiah,1988)。这一季风降水指数是对爪哇岛上54个站标准化降水距平经验正交函数(EOFs)展开的第一个时间系数,它可以解释总方差的大约50%。在图6中从5月到12月期间有很大的自相关(具有半年以上的强持续性);相反,从1月到4月持续性很差(仅1到2个月)。此外,5月份(或11月份)的时间滞后相关的强非对称结构,说明北半球主要年际变化模态在初夏(4到6月份)发展很迅速,在夏季到初冬期间持续保持,在冬末到春季期间迅速消亡。这里值得注意的是平均季节降水的变化在这一区域有很大差异,像在图6下半图所示的那样。粗略地说,这里的一个季风年对应于一个干季(5月到9月)加上其后一个湿季(10月到4月)。换言之,干季的异常状态有很强的倾向以同号持续到随后的湿季,而干季的异常状态与前期湿季的相关很差。

这个概念的另一个依据存在于南方涛动指数(SOI)中,图7给出了不同参照月南方涛动指数SOI(定义为塔希堤和达尔文两站间

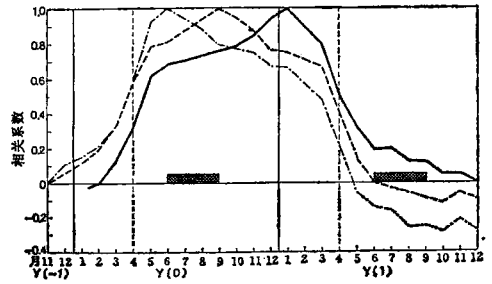


图7 参照月为6月(点画线)、9月(虚线)、1月(实线)时,SOI的滞后相关。印度季风季节仍用带影横线标出。垂直虚线近似表示每个季风年的界限

地面气压差的标准化值)的滞后相关。从5月到次年4月,无论选哪个月做相关的参照月,SOI的持续性都很强。Walker和Bliss(1932)早已注意到了SOI的这一特性,此后Troup(1965)更全面地讨论了SOI的这一特性。Shukla和Paolino(1983)指出SOI持续异常的“极性”(即负或正号)与印度季风的活动有密切联系。

Ropelewski和Halpert(1989)综述指出,大部分热带和副热带的降水距平与SOI的位相有线性联系,当SOI是正负极值时更是如此。图8总结了这些结果,它有力地表明,尽

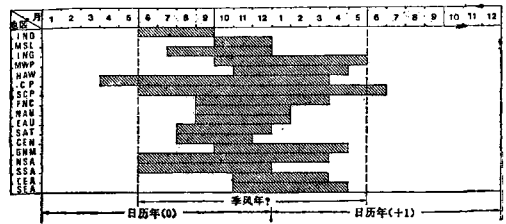


图8 在热带和副热带区域与SOI极值位相相联系的降水异常的季节。垂直虚线指示“季风年”的大致区间。简写名称的含义如下:IND,印度;MSL,米尼科伊/斯里兰卡;ING,印度尼西亚/新几内亚;NWP,密克罗尼西亚/西太平洋;HAW,夏威夷;CP,中太平洋;SCP,南中太平洋;FNC,斐济/新喀里多尼亚;NAU,北澳大利亚;EAU,东澳大利亚;SAT,南澳大利亚/塔斯马尼亚;CEN,中美洲/加勒比;GNM,墨西哥湾/北墨西哥;NSA,南美东北部;SSA,南美东南部;EEA,赤道非洲东部;SEA,非洲东南部(选自Ropelewski和Halpert,1989)

管每个区域的异常在不同地方有不同的季节性,但与南方涛动有关的整个热带降水异常

都倾向于出现在一个单位“季风年”中。因此，“季风年”概念对描述热带几乎所有地区的年际异常是有效的。

5. 季风年的物理基础

毫无疑问，这种季风年与热带太平洋地区大气/海洋耦合系统的特性有密切联系。特别是在日历年的后半年，异常的强持续性 with 赤道东西太平洋上 SST、对流和风场间耦合的演变有直接联系(Yasunari, 1990)。在北半球冬季到夏季间距平容易转变(即很容易改变符号)的原因是一个有待解决的关键问题。Meehl (1987)指出了在北半球春季赤道太平洋区域，通过 SPCZ 大气/海洋相互作用的重要性。另一方面，一些观测研究(Yasunari 1987, 1990; Barnett 1985, 1989)也指出了亚洲冬季和夏季季风在触发距平符号改变和距平演变中的可能重要作用。强的 QBO 信号，特别是在亚洲/澳大利亚季风区和暖的热带印度洋和太平洋上(Yasunari, 1989; Rasmusson 等, 1990)，可能也是这些包括季风加热的大气/海洋模式试验(Yamagata和Masumoto, 1989; Budin 和 Davey, 1990)的证据，这些试验已经突出地表明，对热带太平洋西部的陆地(或季风)加热强度强烈控制着这一区域大气/海洋耦合系统的状态。

尽管要确切回答这一问题，还需进一步的研究，但其中的一个重要物理过程可能是欧亚大陆和两大洋间加热差异的季节性基本状态的变化。因为热带太平洋巨大的热量贮存，即使在春分后，季节性的对流中心仍要在南半球维持一段时间(Sumi, 1986)。在夏季季风爆发之前不久，这一状况就会急剧地变成相反状况。加热场季节性差异的这一剧烈变化可能就造成了前一个“季风年”中年际异常的“中止(washing out)”或“终断(switching off)”。

北半球春季到夏季加热差异的异常可能是一个重要因子，它决定北半球夏季季风的异常状态，并进一步决定“季风年”中随后季节热带海洋/大气耦合系统的异常状态。就此而论，春季欧亚雪盖与随后夏季亚洲季风的的关系(如Hahn和Shukla, 1976)值得注意。

对年际异常转变位相的一个更微观的观点指出了天气尺度和季节内尺度扰动的作用。一些观测和理论研究指出，西太平洋上的一个或一组向东移动的天气尺度或季节内尺度扰动可以触发 ENSO 事件(Lau 和 Chan, 1986, 1988; Nitta, 1989; Chu, 1989)。问题是这些短时间尺度的变率对年际变率仅仅是一种背景载波(a background carrier wave)的作用(即作为一种“气候噪声”)，还是作为年际信号的一部分起更活跃的作用。根据这一观点，这些扰动的活动，特别是在北半球春季季里的活动，值得进一步研究，

6. 结 论

在热带太平洋和亚洲季风区中，海洋/大气耦合系统，或者海洋/陆地/大气耦合系统中的年际变率主要表现为在北半球春季到夏季期间改变符号的准两年特性。这里的异常状况在亚洲夏季季风季节迅速发展，并持续到随后的冬季。热带气候系统的这些显著特点提出了一个“季风年”概念。此概念是针对热带年际异常提出的一个单位气候年。因为海洋/陆地/大气耦合系统对全球气候的作用异常大，所以气候年概念可能也适用于副热带和热带外的大部分地区。

参考文献(略)

胡增臻译自“Bulletin American Meteorological Society”, Vol. 72, No. 9, 1991.

文昌校