

江淮入梅异常的强信号 及其对入梅的影响

汪 靖^{1,2} 何金海¹ 刘宣飞¹ 吕江津² 吴彬贵²

(1. 南京信息工程大学大气科学学院, 210044; 2. 天津市气象台)

提 要: 江淮入梅具有显著的年际变化特征。利用 NCEP/NCAR 再分析数据集以及 NOAA 提供的全球射出长波辐射(OLR)和扩展重建海温(ERSST)等资料, 采用相关分析和合成分析等方法研究了江淮入梅异常的前兆强信号, 并初步分析了其影响入梅的可能机制。结果表明, ENSO 事件是影响江淮入梅早晚较强的前兆信号。前期冬春季出现 ENSO 暖位相时有利于入梅开始偏晚, ENSO 冷位相出现时入梅往往偏早。前期冬季 2 月和春季 Nino 4 区的海温异常能较好地预测入梅早晚, 具有短期气候预测的指示意义和实用性。ENSO 暖位相年, 亚澳“大陆桥”、菲律宾、西太平洋暖池以及印度半岛附近对流偏弱, 不利于西太平洋副热带高压北跳和印度夏季风爆发, 东亚地区大气环流季节转换偏晚, 入梅因而偏晚; ENSO 冷位相年情况则相反。

关键词: 江淮入梅异常 前兆信号 ENSO 西太平洋副热带高压

Previous Stronger Signal of Anomalous Meiyu Onset over Yangtse-Huaihe River Valley and Its Analysis

Wang Jing^{1,2} He Jinhai¹ Liu Xuanfei¹ Lü Jiangjin² Wu Bingui²

(1. College of Atmospheric Sciences, NUIST, Nanjing 210044;

2. Tianjin Meteorological Observatory)

Abstract: Meiyu onset over Yangtse-Huaihe river valley is of obvious features of inter-annual variations. Based on NCEP/NCAR reanalysis dataset and NOAA OLR and ERSST data, the previous stronger signal of anomalous Meiyu onset over Yangtse-Huaihe river valley is investigated by employing correlation and composite analyses. Preliminary analyses for the impact of the stronger signal on the Meiyu onset are also studied. The results show that ENSO(Southern Oscillation) events are the previous stronger signal. The Meiyu begins late (early) with the warm (cool) phase of ENSO. The SSTA of Nino4 in February and spring can be regarded as credible implications for

forecasting the onset of Meiyu. The weak convective activities around the Asian-Australian "land bridge", Philippines, the western Pacific warm pool and Indian peninsula correspond with the warm phase of ENSO. The weak convective activities around the regions above-mentioned may not facilitate northward jump of the western Pacific subtropical high and the outbreak of Indian summer monsoon. Consequently, the seasonal transition of atmospheric circulation in the eastern Asian regions is late, which causes the late onset of Meiyu.

Key Words: anomaly Meiyu onset stronger signal ENSO western Pacific subtropical high

引 言

江淮梅雨是东亚季风向北推进阶段的一个产物^[1-2],此时江淮流域常会出现连阴雨天气^[3]。江淮入梅的早晚和梅雨量的异常密切相关^[4],因此对江淮入梅早晚的预测研究有助于防灾减灾工作的开展,具有重要的社会经济意义。

鉴于上述研究的重要性,中国气象工作者对梅雨问题进行了广泛的研究^[5-9]。关于江淮入梅年际变化的问题,已有研究表明^[10-12],江淮入梅早晚与赤道中东太平洋、北大西洋、西太平洋暖池以及马斯克林高压附近的海温异常有一定的联系。但是,前人的研究存在资料时间序列长度偏短和研究不够细致深入等问题。譬如说,赵振国的研究^[10]指出,厄尔尼诺年江淮入梅偏晚。但是,Ni-no 海区可以分为 Nino1+2, Nino3 和 Nino4 区,每个海区海温异常对江淮入梅早晚的影响程度可能不一样。所以,从短期气候预测的角度来考虑,我们需要在前人研究的基础上利用时间序列长度更长的江淮入梅日期资料来找寻江淮入梅的较强前兆信号,需要对信号进行更细致深入地时空分析研究,以提高入梅短期气候预测的准确率和精度。上述这些便是本文的研究目的和动机,通过开展这些研究,为江淮入梅的短期气候预测提供

有价值的参考依据,增强入梅短期气候预测的实用性。

1 资料

本文所采用的资料来源于(1)NCEP/NCAR 再分析数据集^[13],水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$,垂直方向分为 17 层;(2)美国国家海洋和大气管理局(NOAA)全球射出长波辐射(OLR)资料^[14],水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$;(3)NOAA 扩展重建海温(ERSST)资料^[15],水平分辨率为 $2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$;(4)NOAA 气候预测中心(CPC)提供的南方涛动指数(SOI)以及 Nino1+2 区、Nino3 区和 Nino4 区海温资料,资料来源于 <http://www.cdc.noaa.gov/ClimateIndices/List/>。

2 江淮入梅年际变化特征

周曾奎^[16]的研究指出,江苏省气象台入梅的划定标准充分考虑了东亚大气环流的季节性转换,西太平洋副热带高压(以下简称副高)第一次季节性北跳和入梅关系密切,是一种较合理的江淮流域入梅划定标准。为此,我们根据江苏省气象台划定的江淮入梅日期^[10-12]^①计算出 1954—2007 江淮平均入梅日期为 6 月 18 日,并给出了入梅日期距平的逐年变化曲线(图 1)。由图 1 可见,入梅最

^① 文献^[14]仅给出 1954—2005 年的入梅日期,根据江苏省气象台入梅划定标准,我们划定了 2006 年和 2007 年的入梅日期分别为 6 月 21 日和 6 月 19 日。

早的年份是 1956 年(6 月 3 日),入梅最晚的年份是 1965 年和 1969 年(6 月 30 日)。最早与最晚年相差近一个月,可见,江淮入梅具有明显的年际变化特征。

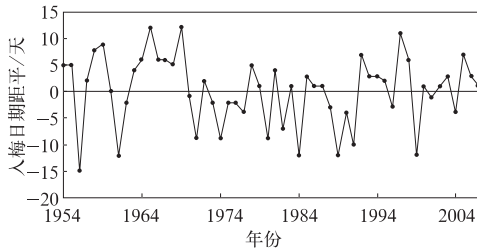


图 1 1954—2007 年江淮入梅日期距平的逐年变化曲线

3 江淮入梅异常的前期强信号分析

大范围大气环流异常和海温、积雪和土壤水份含量等外界强迫因子有关^[18],其中与海温异常的关系更为紧密。为此,我们从海温这个重要的外界强迫因子出发,找寻前期(冬季和春季)江淮入梅异常的强信号。图 2 给出江淮入梅日期序列与前期冬季(12 月到次年 2 月)和春季(同年 3—5 月)海温的时滞相关。由图 2a 可见,主要显著相关区域分布在如下几个区域:中东太平洋地区存在一个以赤道为轴的南北方向对称的大范围舌状显著正相关区,呈现明显的 La Niña/El Niño 型海温分布;菲律宾以东的西太平洋暖池存在显著负相关区;澳大利亚东面及南面的南太平洋中部存在显著负相关区;巴西东南的南大西洋中部存在一显著负相关区。上述区域相关系数绝对值的最大值均大于 0.4(显著水平 $\alpha=0.01$)。到了春季(图 2b),大范围舌状显著正相关区仍然稳定维持,但西太平洋暖池的负相关区缩小,相关强度减小;南大西洋中部海区相关强度减小;南美洲北部的赤道大西洋附近出现了显著正相关区域,相关系数最

大值为 0.3。综合图 2a 和 2b 可见,相关系数空间分布最广、持续时间最长、相关强度最强的是赤道中东太平洋地区海温。可以认为它的异常是江淮入梅异常的较强前兆信号:当前期赤道中东太平洋地区呈现 El Niño 型海温分布时,入梅偏晚;反之偏早。

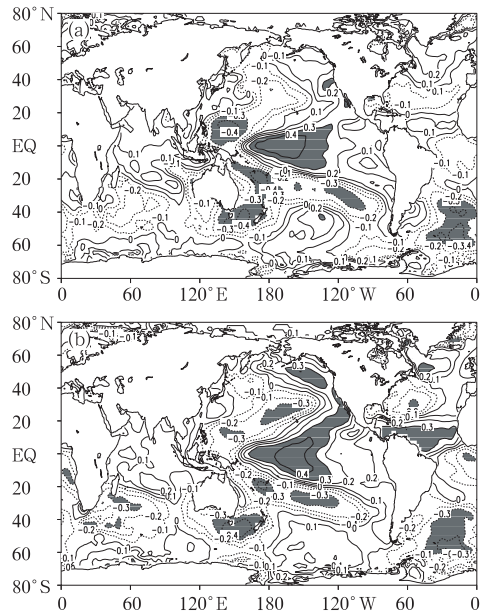


图 2 江淮入梅日期序列与前期冬季(a)和春季(b)海温的时滞相关
阴影部分通过显著性水平为 0.05 的 t 检验

海洋与大气是耦合的,El Niño/La Niña 与发生在赤道附近的南方涛动(SO)现象有密切的联系,这种海-气耦合系统被称为 ENSO。为进一步说明 ENSO 事件对江淮入梅早晚的影响,我们给出了入梅时间序列与前期冬、春季 SOI 的标准化时间序列(图 3)。可以看出,入梅时间序列与前期冬、春季 SOI 呈现相反的变化趋势,计算入梅时间序列与前期冬、春季 SOI 的相关系数分别为 -0.44 和 -0.33 ,显著性水平 $\alpha=0.05$ 。对应于图 2 中赤道中东太平洋地区显著的正相关系数,表明入梅异常与 ENSO 事件存在显著的相关关系。

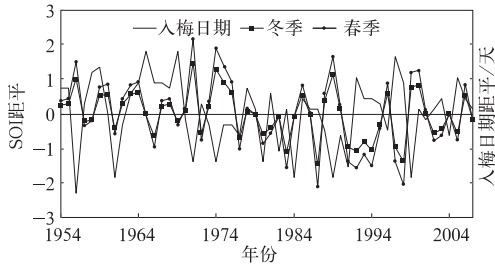


图3 1954—2007年江准入梅日期以及前期冬季和春季SOI的标准化时间序列

上述分析表明,前期出现 ENSO 暖位相时,江准入梅可能偏晚;反之偏早。然而,从短期气候预测的角度考虑,我们需要对该强信号作更详细的分析,以得到更详细的信息,

表1 江准入梅日期与前期冬季和春季 Nino 1+2 区、Nino 3 区和 Nino 4 区海温的逐月相关系数

	前年12月	同年1月	同年2月	同年3月	同年4月	同年5月
Nino 1+2	0.13	0.14	0.16	0.2	0.23	0.28 *
Nino 3	0.29 *	0.29 *	0.24	0.27 *	0.26	0.21
Nino 4	0.35 **	0.41 **	0.43 ***	0.47 ***	0.42 ***	0.42 ***

* $\alpha=0.05$; ** $\alpha=0.01$; *** $\alpha=0.001$

为更好且直观地表征冬、春季 Nino 4 区海温异常与入梅早晚的密切相关关系,我们给出了江准入梅日期和前期冬、春季 Nino4 区海温的标准化时间序列(图4)。图4直观地表征了入梅日期和前期冬、春季 Nino4 区海温具有同位相变化趋势,进一步验证了 Nino4 区海温异常具有入梅异常的短期气候预测指示意义。

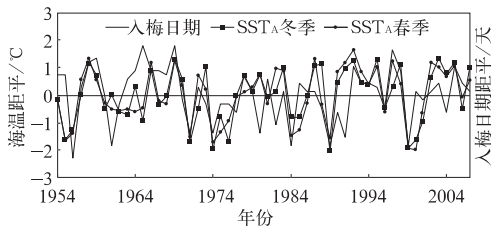


图4 1954—2007年江准入梅日期以及前期冬季和春季 Nino 4 区海温的标准化时间序列

提高入梅异常的短期气候预测精度和准确率。为此,计算了入梅日期与前期冬季和春季 Nino 1+2 区($80^{\circ}\text{W}\sim 90^{\circ}\text{W}$ 、 $10^{\circ}\text{S}\sim 0^{\circ}$)、Nino 3 区($90^{\circ}\text{W}\sim 150^{\circ}\text{W}$ 、 $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$)和 Nino 4 区($160^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{W}$ 、 $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$)海温的逐月相关系数(表1)。由表1可见,总的来说,入梅日期与 Nino 4 区的相关性最好,其次是 Nino 3 区,最差的是 Nino 1+2 区。从短期气候预测的角度来看,前期 Nino 4 区海温异常对江准入梅异常具有指示意义:当前期冬季2月和春季 Nino 4 区海温呈现 ENSO 暖位相时,入梅最有可能偏晚;反之最有可能偏早。

4 ENSO 事件影响江准入梅异常的初步分析

上面的分析揭示了前期 ENSO 事件是影响江准入梅的较强信号,限于篇幅,文中仅初步分析 ENSO 事件影响江准入梅异常的可能机制。图5给出典型 El Niño 年与 La Niña 年6月 OLR 场合成差值,典型 El Niño 年与 La Niña 年的划分请参见文献[19]。由图5可以看出, 150°E 以东赤道附近的东中太平洋为大范围负差值区,且绝对值较大,表明 El Niño 年赤道附近的东中太平洋地区对流活动极为强盛,亚澳“大陆桥”、菲律宾以及西太平洋暖池附近为大片正差值区所控制。这种情形下,强上升气流位于赤道附近的东

东太平洋地区,而亚澳“大陆桥”、菲律宾以及西太平洋暖池附近为下沉气流控制(图略),ITCZ和赤道东西向 Walker 环流异常偏弱,导致副高不易增强北跳。此外,中印半岛也为正差值区所控制,对流活动受到抑制,季风低压偏弱,印度西南季风爆发偏晚。从图 6 也清楚可见,El Niño 年 30~60°N 东亚沿岸为一一致的负值区控制,不利于副高北跳。La Niña 年情况则相反。

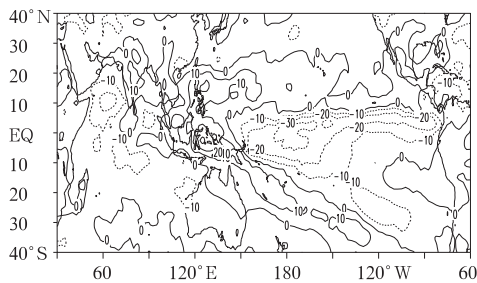


图 5 El Niño 年与 La Niña 年
6 月 OLR 场(单位: $W \cdot m^{-2}$)合成差值

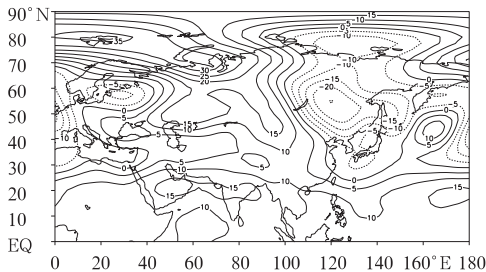


图 6 El Niño 年与 La Niña 年 6 月
500hPa 位势高度场(单位: gpm)合成差值

El Niño 年,印度西南季风爆发偏晚、副高北跳偏晚导致东亚大气环流季节性转换偏晚,入梅因而偏晚;La Niña 年则入梅偏早。ENSO 事件使赤道附近的中东太平洋地区海温产生异常,通过海气相互作用,此海温异常激发出异常的东亚大气环流,造成季节转换时间异常,从而入梅开始时间也产生异常。

5 结论和讨论

江淮入梅具有显著的年际变化特征。本文寻找了江淮入梅异常的前期强信号,并初步探讨了其影响江淮入梅异常的可能机制。通过上述分析,我们得到以下主要结论:

(1) ENSO 事件是影响江淮入梅早晚较强的前兆信号,前期冬春季出现 ENSO 暖位相时有利于入梅开始偏晚,ENSO 冷位相出现时入梅往往偏早。

(2) 从短期气候预测方面来考虑,前期冬季 2 月和春季 Nino 4 区的海温异常能较好地预测入梅早晚,具有短期气候预测的指示意义和实用性。

(3) ENSO 暖位相年,亚澳“大陆桥”、菲律宾、西太平洋暖池和中印半岛附近对流偏弱,不利于副高北跳和印度夏季风爆发,东亚地区大气环流季节转换偏晚,入梅因而偏晚;ENSO 冷位相年情况则相反。

ENSO 事件是影响江淮入梅早晚的较强前兆信号,但也不能排除其他因素的影响,北大西洋、西太平洋暖池以及马斯克林高压附近的海温异常对入梅早晚也有影响,ENSO 事件与上述信号的相对重要性仍需要数值模式加以验证。此外,文中分析结果表明,南太平洋中部以及南大西洋中部部分海区海温异常与入梅早晚也有较好的联系,其影响机制又是什么? 目前还不清楚,需要进一步研究。

致谢:感谢江苏省气象台和 NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center 提供相关气象资料。

参考文献

- [1] Ding Y H. Summer monsoon rainfalls in China. Journal of the Meteorological Society of Japan[J], 1992, 70: 373-396.

- [2] Tao S Y, Chen L X. A review of recent research on the East East Asian summer monsoon in China [C]. *Monsoon Meteorology*. Oxford University Press, 1987: 60-92.
- [3] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法 (第三版)[M]. 北京: 气象出版社, 2000. 350.
- [4] 魏凤英, 张京江. 1885—2000 年长江中下游梅雨特征量的统计分析[J]. *应用气象学报*, 2004, 15(3): 313-321.
- [5] 林春育. 关于梅雨问题讨论中的几个问题[J]. *气象*, 1981, 7(7): 12.
- [6] 姚建群, 张家澄, 陈永林. 1999 年上海梅雨异常的环流特征及其成因[J]. *气象*, 2000, 26(9): 31-35.
- [7] 杨义文. 长江中下游梅雨与中国夏季旱涝分布[J]. *气象*, 2002, 28(11): 11-15.
- [8] 毛文书, 王谦谦, 葛旭明, 等. 近 116 年江淮梅雨异常及其环流特征分析[J]. *气象*, 2006, 32(6): 84-90.
- [9] 王秀文, 桂海林. 100 hPa 环流特征与 2005 年梅雨异常的关系[J]. *气象*, 2006, 32(11): 88-93.
- [10] 赵振国. 厄尔尼诺现象对北半球大气环流和中国降水的影响[J]. *大气科学*, 1996, 20(4): 427.
- [11] 徐海明, 何金海, 董敏. 江淮入梅的年际变化及其与北大西洋涛动和海温异常的联系[J]. *气象学报*, 2001, 59(6): 694-705.
- [12] 王钟睿, 钱永甫. 海温异常对江淮流域入梅的影响[J]. *应用气象学报*, 2005, 16(2): 199-200.
- [13] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project[J]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1996, 77: 437-471.
- [14] Liebmann B, Smith C A. Description of a Complete (Interpolated) Outgoing Longwave Radiation Dataset [J]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1996, 77, 1275-1277.
- [15] Smith T M, Reynolds R W. Improved extended reconstruction of SST(1854-1997)[J]. *J. Climate*, 2004, 17(12): 2466-2477.
- [16] 周曾奎. 江淮梅雨[M]. 北京: 气象出版社, 1996: 1-209.
- [17] 周曾奎. 江淮梅雨的分析 and 预报[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 1-184.
- [18] Hoskins B, and D Karoly. The steady linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing[J]. *JAS*, 1981, 38: 1179-1196.
- [19] 蔡学湛, 吴滨, 温珍治. ENSO 循环对西太平洋副高和福建汛期旱涝的影响[J]. *南京气象学院学报*, 2003, 26(6): 837-844.