

ENSO 对中国夏季降水可预测性变化的研究^{*}

高 辉 王永光

中国气象局气候研究开放实验室, 北京, 100081

摘 要

众多研究表明, ENSO 对东亚夏季风尤其是中国夏季降水存在很大影响, 已成为中国夏季降水首要的预测因子。传统的预测模型认为, 当前期 ENSO 为暖位相状态时, 夏季中国主要雨带位置偏南, 长江流域降水偏多; 反之, 当前期 ENSO 为冷位相状态时, 夏季中国主要雨带位置偏北, 长江流域降水偏少。基于 1951—2003 年中国 160 站月平均降水资料和同时段的 NOAA ERSST 海表温度资料, 讨论了中国夏季降水和前冬 Nino3 区海温关系的年代际变化。分析结果显示, 近 20 年来二者相关性已大大衰减。作为中国夏季降水的主要预测指标, ENSO 的指示意义也相应减弱。在 1951—1974 年, 依据前冬 Nino3 区 SSTA 预测夏季降水符号准确率在 67% 以上的站数有 43 站, 但在 1980—2003 年, 同样准确率的站数只有 15 站。在前一个研究时段, 这 43 站呈区域性分布于东北地区、黄河和长江流域, 但后一个研究时段内的 15 站分布分散, 不利于区域性预测。相关分析结果表明, 在 20 世纪 70 年代中期之前, 当前冬赤道东太平洋海温偏高时, 华北和江南南部的多数测站夏季降水偏多, 淮河流域降水偏少, 同时梅雨开始偏晚。反之, 当前冬赤道东太平洋海温偏低时, 华北和江南南部夏季降水易偏少, 淮河流域降水则偏多, 同时梅雨开始偏早。但在 20 世纪 80 年代之后, 上述对应关系较难成立。因此, 在汛期预测业务中参考 ENSO 的作用时必须充分考虑年代际背景的差异。

关键词: ENSO, 中国夏季降水, 梅雨。

1 引 言

季风与 ENSO 循环相互作用是当前国际气候研究中的前沿课题之一, 同时也是国际气候与可预测性研究计划 (CLIVAR) 中一个主要的研究领域。作为亚洲气候变化最主要的影响系统, 两者的异常及其相互作用将直接导致中国夏季旱涝灾害的形成。Zhang 等^[1]研究发现, 在 El Niño 事件成熟期, 热带西太平洋与东亚区域有明显的西南气流异常, 副热带中太平洋有明显的西北气流异常。Ren 和 Huang^[2]研究认为, 这可能是由于热带太平洋海温异常所产生的对流活动异常分布所引起。Wang 等^[3]指出当 El Niño 事件达到成熟期之后的夏季, 东亚往往出现异常强的反气旋, 且副热带西太平洋高压异常偏西, 从而加强副热带东亚地区的季风环流。有关 ENSO—东亚夏季风研究的最新进展可

见文献[4-7]。

东亚夏季风的异常直接导致中国东部夏季降水的异常。Huang 和 Wu^[8]、黄荣辉^[9]的研究结果表明, 在 El Niño 事件的发展阶段, 中国江淮流域夏季风降水偏多, 华北和江南地区降水偏少; 而在 El Niño 事件的衰减阶段, 上述地区降水异常分布相反。同样, La Nina 事件的不同阶段, 中国降水距平分布也不一样。金祖辉和陶诗言^[10]及倪东鸿和孙照渤^[11]的研究结果与之类似。龚道溢和王绍武^[12-13]用更长时间的资料进行了分析, 也得出 El Niño 年中国东部北方地区夏季降水偏少的结论。

研究表明, 在 20 世纪 70 年代中期前后, 赤道东太平洋海温^[14]、东亚夏季风^[15-16]和大气环流^[17]均发生了显著的突变, 且太平洋海温与东亚夏季风的相互关系^[18-19]及印度夏季降水与 ENSO 的关系均在这时期前后出现了间断^[20]。那么, 中国夏季旱

^{*} 初稿时间: 2005 年 11 月 3 日; 修改稿时间: 2005 年 12 月 22 日。

资助课题: 中国气象局气候变化专项课题—全球变暖背景下江淮流域夏季降水预测模型的重建 (CCSF2007-6)。

作者简介: 高辉, 男, 理学博士, 江苏句容人, 主要从事东亚季风及其相关研究。

涝与 ENSO 的对应关系是否也出现了间断? 如果这种间断性存在, ENSO 对中国夏季降水预测的指示意义又怎样变化? 这是本文所要讨论的问题。

文中用到的 1951—2003 年逐月中国 160 测站降水和同时段梅雨入梅日期资料由国家气候中心气候系统诊断预测室提供。海温资料为 NOAA 月平均的 ERSST 资料^[21], 时段为 1950 年 1 月—2003 年 11 月, 资料水平分辨率为 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 。考虑到每年全国汛期预测会商在 4 月初举行, 预测中主要参考前冬海温异常, 因此下文主要分析冬季 ENSO 关键区海温与降水异常的对应关系及其对降水预测的影响。

2 ENSO—中国夏季降水关系的减弱

为了避开 20 世纪 70 年代中期赤道东太平洋海温、东亚夏季风及大气环流都发生的一次显著突变时间, 选取 1951—1974 年和 1980—2003 年两个独立时段作分析。图 1 为这两个时段前秋至前春逐月 Nino3 区海表温度与夏季 160 站降水达到显著相关 (95% 置信度 t 检验标准, 下同) 的站数。可见, 从前秋至前春 4 月, 后一个研究时段内与 Nino3 区 SST 呈显著相关的站数都少于前一个研究时段, 且在前冬两条曲线差异最明显。对前一个时段, 冬季 3 个月的显著相关站数分别为 21、19、14 站, 而后一个时段对应的站数只有 6、5、7 站。显然, 与 20 世纪 50—70 年代中期相比, 近 20 多年来, 赤道东太平洋海温与夏季降水的对应关系有了很大程度的减弱。

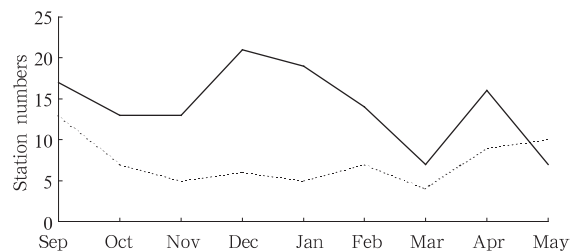


图 1 不同时段前秋至前春逐月 Nino3 区海表温度与夏季 160 站降水达到显著相关

(95% 置信度检验标准) 的站数 (实线表示降水时段为 1951—1974 年, 虚线表示降水时段为 1980—2003 年)

Fig. 1 Station numbers whose summer precipitations are significantly correlated at a 5% confidence level with monthly SSTA Nino3 from the preceding autumn to spring (Solid (dashed) curve is for 1951—1974 (1980—2003) period, respectively)

下面以前冬 Nino3 区海温为例讨论其对中国夏季降水距平可预测性的影响。规定在某一研究时段内, 若前冬 Nino3 区海温距平 (SSTA) 与某站降水距平同号年份占研究年份的 $2/3$ 以上 (包括 $2/3$) 或 $1/3$ 以下 (包括 $1/3$), 则认为 ENSO 对该站降水有预测意义。图 2 为上述两个时段内基于前冬 Nino3 区 SSTA 预测夏季降水距平符号准确率在 66.7% 以上的站点分布。可见, 在前一个研究时段, 降水距平符号预测准确率在 66.7% 以上的有 43 站, 且站点相对集中, 呈区域性分布。其中新疆北部、西北地区东部、华北及江南北部的一些测站降水与前冬海

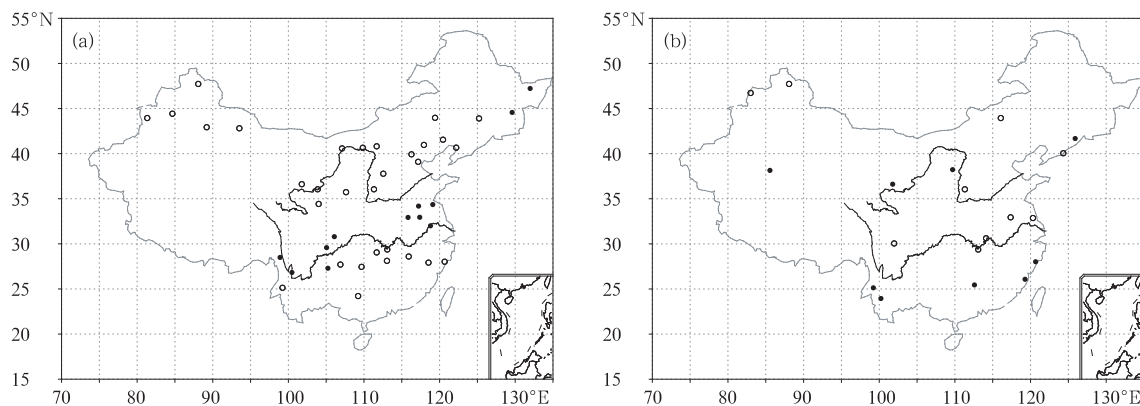


图 2 基于前冬 Nino3 区 SSTA 预测夏季降水距平符号准确率在 66.7% 以上的站点分布

(a. 降水为 1951—1974 年, b. 降水为 1980—2003 年; ●表示基于海温与降水距平异号预测; ○表示基于海温与降水距平同号预测)

Fig. 2 Distributions of the well-predicted stations wherein the summer rainfall anomalies can be predicted by the SSTA Nino3 of the preceding winter with an accuracy of anomaly sign more than 66.7% in (a) 1951—1974 and (b) 1980—2003, respectively (Open (solid) circles denote stations wherein the rainfall anomaly had the same sign of the SSTA Nino3 for more than 16 (less than 8) years within the period of 24 years, respectively)

温距平同号的概率超过 66.7%, 淮河中下游和西南地区东部的部分测站降水与前冬海温距平异号率在 16 年以上。而在近 24 年, 基于前冬海温预测夏季降水距平符号准确率在 66.7% 以上的站点只有 19 个, 且分布分散, 不利于开展区域性降水预测。

图 3 给出了每 24 年滑动的利用前冬 Nino3 区 SSTA 预测中国夏季降水距平符号准确率在 66.7% 以上的站数变化。显见, 曲线的下降趋势非常显著, 更直观地反映出前冬 ENSO 异常对夏季降水预测指示意义的不断减弱。

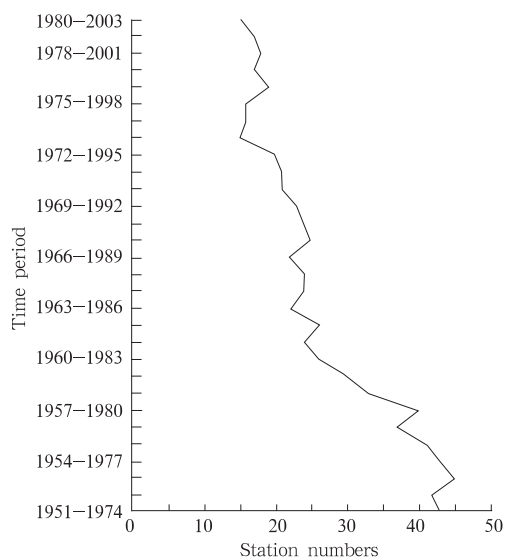


图 3 24 年滑动的利用前冬 Nino3 区 SSTA 预测中国夏季降水距平正负准确率在 66.7% 以上的站数变化

Fig. 3 24-year running mean well-predicted station numbers wherein the summer rainfall anomalies can be predicted by the SSTA Nino3 of the preceding winter with an accuracy of anomaly sign more than 66.7%

3 ENSO 对淮河夏季降水预测指示意义的减弱

淮河是中国七大江河中流程最短、流域面积较小的河流, 空间尺度小, 旱涝随机性大。同时, 淮河以南属亚热带, 以北为暖温带, 南北年降水量相差达 400—500 mm。空间尺度小和气候过渡带的双重特性大大增加了淮河流域旱涝的预测难度, 历史上淮河几次大水, 如 1975、1991 和 2003 年都未能成功预测。中国的气象工作者深入分析了淮河夏季降水异常的原因, 并得出了若干有价值的成果。在众多的外界影响因子中, ENSO 无疑扮演着最为重要的角

色。例如, 王钟睿和钱永甫^[22]指出, Nino3 区海温对江淮流域降水的影响要比亚洲纬向环流指数重要。励申申和寿绍文^[23]发现, 秋冬季增暖的厄尔尼诺事件对应江淮流域夏季降水偏多, 而春夏季开始发展的 ENSO 事件易使江淮流域夏季降水偏少。张秉伦等^[24]用更长时段的资料论述了二者的关系。本文取新浦、清江、徐州、蚌埠、阜阳、南阳、信阳、东台和郅县 9 站作为淮河流域代表站。计算表明, 淮河夏季降水经历了一个非常明显的年代际变化过程, 突变时间也集中在 20 世纪 70 年代中期(图略), 从下面的相关分析和合成分析结果可知, 淮河旱涝与前期 ENSO 关键区海温的对应关系在 70 年代中期前后也经历了一次非常明显的变化。

图 4 为上述两个时段淮河夏季降水与前冬海温场的相关。可见, 在 1951—1974 年(图 4a), 二者相关场主要以负相关为主, 其中赤道中东太平洋是最显著的负相关区, 大部分区域的相关系数低于 -0.5, 接近 99% 置信度 t 检验标准。非洲东南侧的南印度洋为另一显著的负相关区。北太平洋大片区域则为正相关区, 其中千岛群岛附近的相关超过 95% 置信度检验。另外, 在南太平洋显著正负相关交替出现。而在 1980—2003 年(图 4b), 赤道中东太平洋与淮河夏季降水呈很弱的正相关, 南印度洋也由负相关转为正相关且部分地区相关系数通过 95% 置信度检验。北太平洋仍为正相关区, 并且显著正相关的范围有所扩大并东移。淮河夏季降水与前秋海温在两个时段的相关场分布与图 4 非常类似(图略), 尤其是在上述几个海温关键区, 这主要是因为秋、冬季海温有很好的异常持续性和自相关性(图略)。

另外, 从合成图上也可以看出两个不同时段赤道中东太平洋海温与淮河夏季降水对应关系的年代际变化(图略)。在前一个研究时段合成的淮河夏季降水偏多偏少年前冬海温距平场上, 海温信号相反的区域也是位于赤道中东太平洋。在降水偏多年前冬, 整个赤道中东太平洋为 -0.5°C 以下的海温负距平控制; 相反, 在降水偏少年, 该海区前冬为正距平, 其中 180° — 120°W 范围的正距平超过 0.5°C , 这一结果和图 4a 一致。其他海区海温的合成结果也都与相关分析的结论符合。但在 1980—2003 年, 无论是淮河夏季降水偏多年还是偏少年, 前冬赤道东太平洋都为不及 0.2°C 的正海温距平。因此,

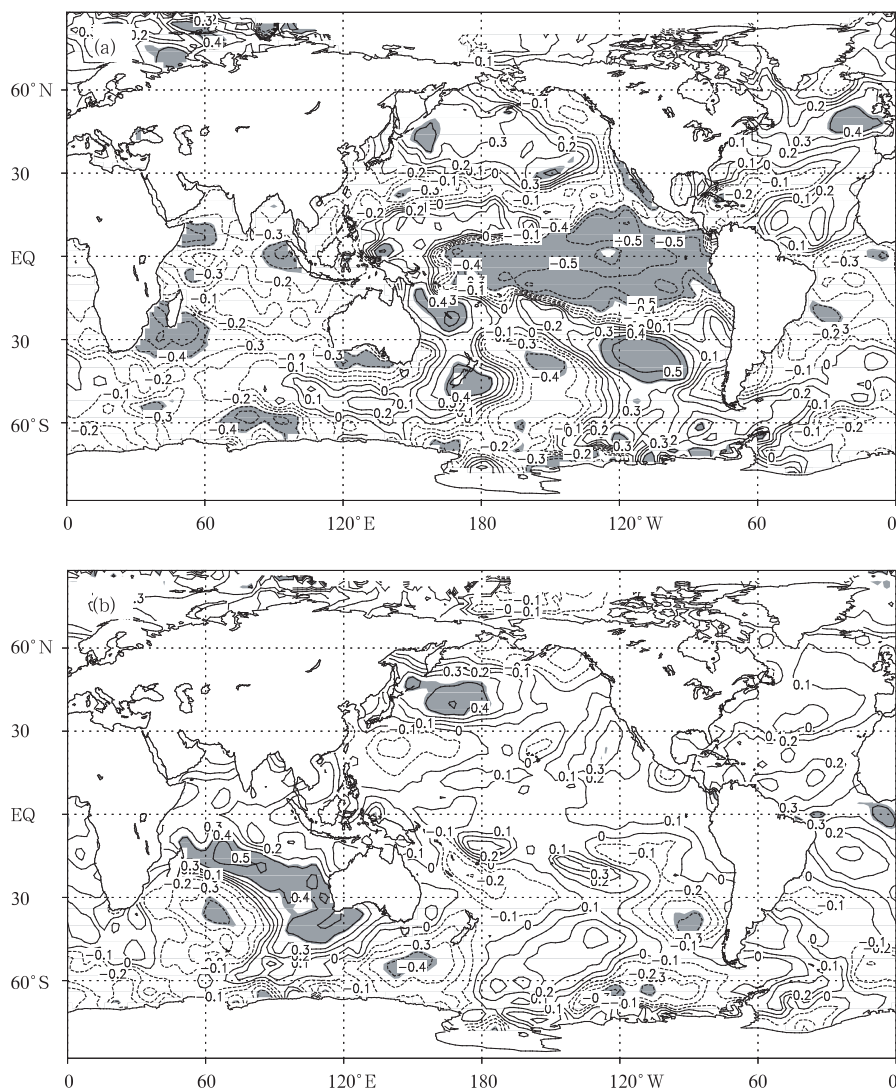


图4 淮河流域夏季降水与前冬 SST 相关场

(a. 海温时段为 1950/1951—1973/1974 年, b. 海温时段为 1979/1980—2002/2003 年;
阴影区通过 95% 置信度检验)

Fig. 4 Correlation coefficients of the summer rainfall over the Huaihe River valley
with the preceding winter (DJF) global SSTA for (a) 1950/1951—1973/1974
and (b) 1979/1980—2002/2003

(Regions above the 95% confidence level are shaded)

对近 20 年而言,赤道东太平洋海温(或 ENSO)对淮河夏季降水预测的参考意义已经减弱。

4 ENSO 对梅雨开始早晚预测意义的减弱

ENSO 对梅雨的重要影响也得到了广泛的研究,如吴仁广^[25]的研究结果表明,当中东太平洋—西太平洋—印度洋海温异常出现“+—+”型时,梅雨量偏多,反之偏少。励申申和寿绍文^[23]发现秋冬季开始的 El Niño 事件对应于梅雨偏多,春夏季开

始的则对应于梅雨偏少。陈兴芳和赵振国^[26]也指出,夏季以前开始的厄尔尼诺一般对应于梅雨偏弱;夏季以后开始的厄尔尼诺,次年梅雨强度大多偏强。数值试验也证明,赤道东太平洋海温偏高时,长江中下游夏季降水偏多,反之偏少^[27-28]。而梅雨开始的早晚与梅雨量的大小有很好的对应关系。计算表明,55 年入梅日期与梅雨强度的相关系数为 -0.34,通过 95% 置信度检验,即梅雨入梅早年,梅雨量易偏多;反之偏少。因而,梅雨开始早晚的预测

也是一个需要研究的问题。据陈兴芳和赵振国^[26]的研究,厄尔尼诺年,副高季节北上推迟,长江中下游地区入梅偏晚的概率占 80%,而在拉尼娜期间,入梅偏早。图 2 的分析表明,基于前冬 Nino3 区 SSTA 预测长江中下游地区夏季降水距平正负的准确率在 20 世纪 70 年代中期之后有明显的减弱,那么 ENSO 对梅雨开始早晚预测的准确率是否也会减弱呢? 进一步分析陈兴芳和赵振国^[26]的研究结果可知,1951—1978 年的 8 次厄尔尼诺年中,全部对应梅

雨偏晚,偏晚概率占有绝对优势;但在 1979—1997 年的 7 个厄尔尼诺年中,有 3 年梅雨开始偏早,4 年偏晚,早晚概率近似相当。正如 CLIVAR 报告所言,只有不到 40% 的强弱季风与 ENSO 有关^①。因而,基于 ENSO 预测梅雨开始的早晚也需要考虑年代际背景。

两个时段入梅日期与前冬海温相关场的分布进一步证明了这一结论(图 5)。在 20 世纪 50 年代至 70 年代中期,热带中东太平洋均为较强的正相关区,虽然 Nino3 区相关值达不到 95% 置信度检验标

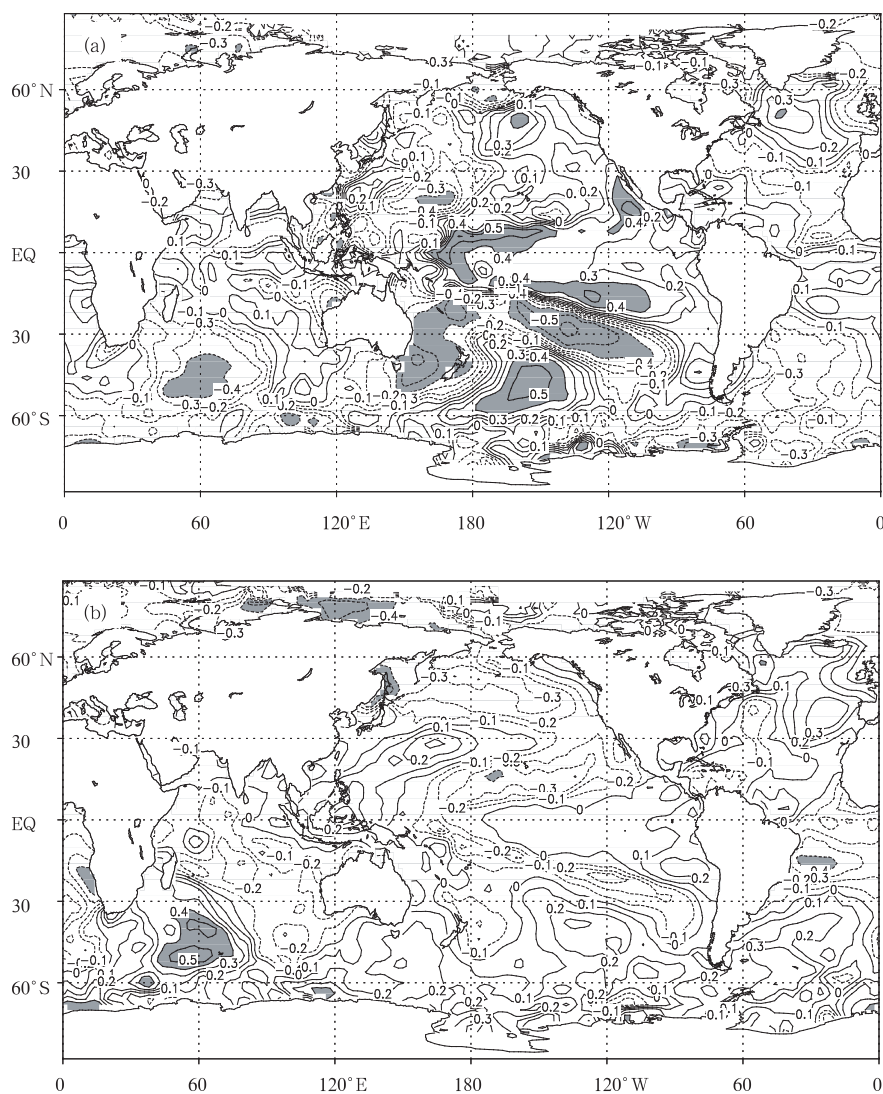


图 5 梅雨入梅日期与前冬海温相关场

(a. 海温时段为 1950/1951—1973/1974 年, b. 海温时段为 1979/1980—2002/2003 年;

阴影区通过 95% 置信度检验)

Fig. 5 Same as Fig. 4 but for the beginning date of Meiyu

① CLIVAR, 2002: CLIVAR initial implementation plan. available from <http://www.clivar.org/publications/>

准,但 Nino4 区相关值却相当显著。这与陈兴芳和赵振国^[26]的研究结论一致:即在 1951—1974 年,前冬中东太平洋海温偏高时,入梅日期将偏晚;反之,当前期海温偏低时,入梅日期偏早。而在 1980—2003 年这一研究时段,无论是 Nino3 区还是 Nino4 区,相关系数的绝对值都有了非常明显的减小,尤其是在东太平洋,大部分区域相关系数不及 0.1,表明二者对应关系很弱。因而,不仅 ENSO 对中国夏季降水量预测的指示意义在 20 世纪 80 年代之后有很大程度的减弱,其对梅雨入梅早晚的预测能力也有所减弱。

5 结 论

ENSO 对中国夏季降水的重要影响已得到广泛研究,根据前冬赤道东太平洋海温强弱预测中国夏季雨带的位置和区域降水的多寡也得到了长期的应用。本文的统计分析结果显示,近 20 年来 ENSO 与中国夏季降水异常的对应关系及其在预测中的指示意义有所减弱,具体表现在 20 世纪 70 年代中期之前,当前期赤道东太平洋海温偏高(低)时,华北和长江中下游以南的多数测站夏季降水偏多(少),淮河流域降水偏少(多),同时梅雨开始偏晚(早)。但在 80 年代之后,上述结论较难成立。因此,在预测业务中参考 ENSO 的作用时必须充分考虑不同时段二者关系的年代际变化。

关于 ENSO 与印度夏季风关系减弱的机理, Kumar 等^[20]认为这可能和 Walker 环流的变化及欧亚大陆变暖有关,但 Chang 等^[29]认为大西洋急流强度的加强和位置的偏极可能是更主要的原因。而对于 ENSO 和中国东部夏季降水关系减弱的机理目前还不是很清楚,这可能和年代际的冷暖背景有关。例如,徐建军和朱乾根^[30]基于数值模拟发现,在年代际的冷、暖背景下,降水响应的异常场在 ENSO 的不同发展阶段表现出显著的不同,但其中的具体过程和机制还有待进一步研究和证实。同样, Walker 环流和大西洋急流是否也是导致 ENSO—东亚夏季风关系减弱的主要因子也需要验证。另外,初步的研究结果表明,西太平洋副热带高压与部分区域降水的关系在 20 世纪 70 年代中期前后是完全相反的^[31]。东亚夏季风环流在 ENSO—中国夏季降水关系间断性中起怎样的作用目前也不十分清楚。这些都是短期气候预测中最基本的也是最重要的问题,这些问题都有待进一步分析。

致谢:感谢国家气候中心李维京研究员的诸多指导。

参考文献

- [1] Zhang Renhe, Sumi A, Kimoto M. Impact of El Niño on the East Asian monsoon, A diagnostic study of the 86/87 and 91/92 events. *J Meteor Soc Japan*, 1996, 74(1):49-62
- [2] Ren Baohua, Huang Ronghui. Interannual variability of the convective activities associated with the East Asian summer monsoon obtained from TBB variability. *Adv Atmos Sci*, 1999, 16(1):77-90
- [3] Wang Yafei, Wang Bin, Oh J H. Impact of the proceeding El Niño on the East Asian summer atmosphere circulation. *J Meteor Soc Japan*, 2001, 79(1B):575-588
- [4] 倪允琪,邹力,张向东等. ENSO 及其对亚洲季风和我国气候变化影响的研究. *气象科学*, 1995, 15(4):30-45
- [5] 黄荣辉,傅云飞,臧晓云. 亚洲季风与 ENSO 循环的相互作用. *气候与环境研究*, 1996, 1(1):38-54
- [6] 黄荣辉,陈文. 关于亚洲季风与 ENSO 循环相互作用研究最近的进展. *气候与环境研究*, 2002, 7(2):146-159
- [7] 黄荣辉,陈文,丁一汇等. 关于季风动力学以及季风与 ENSO 循环相互作用的研究. *大气科学*, 2003, 27(4):484-502
- [8] Huang Ronghui, Wu Yifang. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism. *Adv Atmos Sci*, 1989, 6(1):21-30
- [9] 黄荣辉. 关于我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究进展. *中国基础科学*, 2001, 8(1):4-8
- [10] 金祖辉,陶诗言. ENSO 循环与中国东部地区夏季和冬季降水关系的研究. *大气科学*, 1999, 23(6):663-672
- [11] 倪东鸿,孙照渤,赵玉春. ENSO 循环在夏季的不同位相对东亚夏季风的影响. *南京气象学院学报*, 2000, 23(1):48-54
- [12] 龚道溢,王绍武. ENSO 对中国四季降水的影响. *自然灾害学报*, 1998, 7(4):44-52
- [13] 龚道溢,王绍武. 近百年 ENSO 对全球陆地及中国降水的影响. *科学通报*, 1999, 44(3):315-320
- [14] Wang B. Interdecadal changes in El Niño onset in the last four decades. *J Climate*, 1995, 8(2):267-285
- [15] Xue F. Interannual to interdecadal variation of East Asian Summer Monsoon and its association with the global atmospheric circulation and sea surface temperature. *Adv Atmos Sci*, 2001, 18(4):567-575
- [16] Wang H J. The weakening of the Asian monsoon circulation after the end of 1970s. *Adv Atmos Sci*, 2001, 18(3):376-386
- [17] Trenberth K E. Recent observed interdecadal climate changes in the Northern Hemisphere. *Bull Amer Meteor Sci*, 1990, 71(7):988-993
- [18] 李峰,何金海. 太平洋区域海温跃变及其与东亚夏季风的关系. *气象科学*, 2001, 21(1):28-35
- [19] Wang H J. Instability of the East Asian summer monsoon-ENSO relations. *Adv Atmos Sci*, 2002, 19(1):1-11
- [20] Kumar K, Rajagopalan B, Cane M A. On the weakening relationship between the Indian Monsoon and ENSO. *Science*, 1999, 284: 2156-2159
- [21] Thomas M S, Reynolds R W. Extended reconstruction of global sea surface temperatures based on COADS data (1854-1997). *J Climate*, 2003, 16(10): 1495-1510
- [22] 王钟睿,钱永甫. 江淮梅雨的多尺度特征及其与厄尔尼诺和大气环流的联系. *南京气象学院学报*, 2004, 27(3):317-325

- [23] 励申申, 寿绍文. 赤道东太平洋海温与我国江淮流域夏季旱涝的成因分析. 应用气象学报, 2000, 11(3): 331-338
- [24] 张秉伦, 王成兴, 曹永忠. 厄尔尼诺与江淮流域旱涝灾害的关系. 自然杂志, 1998, 20(5): 289-293
- [25] 吴仁广. 长江中下游地区夏季降水与行星大气环流和热带地区海温变化的关系//黄荣辉. 灾害性气候的过程及诊断. 北京: 气象出版社, 1996: 23-30
- [26] 陈兴芳, 赵振国. 中国汛期降水预测研究及应用. 北京: 气象出版社, 2000: 241pp
- [27] 杨芳林, 袁重光. 夏季赤道东太平洋海温异常对全球及东亚短期气候变化影响的数值试验. 大气科学, 1995, 19(5): 535-544
- [28] 孙淑清, 马淑杰. 海温异常对东亚夏季风及长江流域降水影响的分析及数值试验. 大气科学, 2003, 27(1): 36-51
- [29] Chang C P, Patrick H, Ju J H. Possible roles of Atlantic circulations on the weakening Indian monsoon rainfall-ENSO relationship. J Climate, 2001, 14(11): 2376-2380
- [30] 徐建军, 朱乾根. ENSO 及其年代际异常对全球及亚洲季风降水影响的数值研究. 气象学报, 1999, 57(3): 301-315
- [31] 高辉. 淮河夏季降水与赤道东太平洋海温对应关系的年代际变化. 应用气象学报, 2006, 17(1): 1-9

ON THE WEAKENING RELATIONSHIP BETWEEN SUMMER PRECIPITATION IN CHINA AND ENSO

Gao Hui Wang Yongguang

Laboratory for Climate Studies, National Climate Center, CMA, Beijing 100081

Abstract

As explored by previous studies, ENSO has a significant influence on the East Asian summer monsoon, especially on the summer precipitation in China. So, it has been the most important predictor for the summer rainfall. According to those researches, a warmer ENSO phase (El Niño event) in the preceding winter always leads to a more southward shifted summer rainfall belt in Eastern China and more precipitation over the Yangtze River valley than normal; however after a cooler ENSO phase (La Nina event), the summer rainfall belt will be more northward, and the precipitation over the Yangtze River valley will be less. Based on monthly rainfall data from 160 primary stations in China during 1951–2003 and the NOAA ERSST data in the same period, the interdecadal variation of the relationship between summer precipitation in China and SSTA Nino3 in the preceding winter has been examined in this paper. Results show that the relationship has weakened in the past two decades. As a predictor, the significance of ENSO has also decreased remarkably. For example, during 1951–1974 there were 43 stations in total whose summer rainfall anomalies can be predicted by the SSTA Nino3 of the preceding winter with an accuracy of anomaly sign more than 67%, while the total number of such stations has reduced to 15 in 1980–2003. In the first period, the 43 stations are mainly concentrated in northwestern China, the Yellow River valley and the Yangtze River valley, but the distribution of the 15 stations in the second period is rather scattered, which is obviously unfavorable for regional prediction. Correlation analysis results and the composite maps also indicate that before the late 1970s, when the above-normal (below-normal) SSTs occurred over the central and eastern Pacific in the preceding winters, then more (less) summer rainfall was found in North China and the south of the Yangtze River valley, and less (more) summer rainfall over the Huaihe River valley, and meanwhile the China Meiyu began later (earlier); and vice versa. However, all these relationships have obviously weakened after the 1980s. Therefore, the background of the interdecadal variation of the predictor must be fully considered when the effect of ENSO is taken account in the operational prediction of summer precipitation.

Key words: ENSO, Summer precipitation, Meiyu, China.