

海-气相互作用及其对我国气候 的若干影响

柯东胜

(国家海洋局南海分局, 广州)

摘 要

本文综述了近年来我国学者在海-气相互作用方面的研究成果, 集中探讨了海-气相互作用对我国气候的若干影响。结果表明: (1) 我国许多地区的降水和气温变化具有明显的准3.5年振荡周期, 这一特征与赤道太平洋地区的海面温度也表现出强烈的准3.5年振荡现象有着密切的联系; (2) 我国气温与南方涛动存在着遥相关的事实, 可以作为早期识别埃尔-尼诺的信号; (3) 热带太平洋海温异常影响到副热带高压强弱和位置的变化, 是导致我国东部夏季旱涝和温度异常等灾害性气候的出现的主要原因; (4) ENSO当年全国登陆台风个数均少于常年。

关键词: 埃尔-尼诺, 南方涛动, 中国气候。

海-气相互作用研究是近代海洋和气象学家们研究的重点, 特别是自本世纪五十年代以来, 世界性的气候异常, 已引起各国科学家们对这一课题的浓厚兴趣。六十年代以来, 国内外海洋和气象学家对海-气关系进行了广泛的研究, 其中Namias^[1]和Bjerknes^[2]的工作从广泛的资料和物理观点比较成功地论证了这种关系的存在, 使由来已久的海-气关系研究向前推进了一大步。近十年来, 人们进一步认识到海-气相互作用是长期天气和气候变化的重要因素, 国内外对海-气相互作用的研究更加活跃, 做了大量的卓有成效的工作, 取得了明显的进展。最近几年, 更由于对埃尔-尼诺(ENiño, 以下简称EN)现象及南方涛动(Southern Oscillation, 以下简称SO)的高度重视而把海-气相互作用的研究推向了高潮。

众所周知, 赤道东太平洋海温大幅度升高的现象被称为EN, 东南太平洋与南印度洋海平面气压反相关的现象被称为SO, 由于这两种现象有着密切的联系, 即EN现象的出现总是发生在SO指数为负异常的阶段。因此, 近年来, 全世界把这两种现象作为一种现象来看待, 通称为ENSO。而ENSO现象可以认为是热带地区特别是赤道地区大范围海-气相互作用最集中的反映。由于在赤道太平洋这种ENSO现象一旦发生, 将会给全球, 特别是北半球带来严重的气候异常, 而造成世界各地严重旱涝与温度异常, 给世界各国的工农业生产带来严重的损失。为此, 世界各国的海洋和气象学家们非常重视这一现象的规律及其机理的研究, 以期达到有朝一日可以预测这一现象的发生, 并且能给气候灾害的预测提供可靠的信息及物理依据。

本文根据近年来我国学者对这一课题的研究成果, 综述了海-气相互作用(尤其是在

ENSO期间)对我国气候影响的若干事实,得出了一些比较一致和有意义的结果。

一、海温、海-气热量交换异常与中国降水

海面温度(SST)是影响长期天气过程的重要因子之一,也是一个可以提高长期预报质量的物理因子。陈锦年^[3]等应用日本气象厅出版的西北太平洋气候资料,计算了1964~1974年逐月 $10^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$, 175°E 以西的海上($2^{\circ}\times 5^{\circ}$)网格点上的海-气热交换值,并利用这些结果分析了周期直到前三年半的逐月海-气热交换值与我国东北地区汛期降水的相关演变关系,得出了几点有意义的结论:(1)我国东北地区汛期降水与西北太平洋海-气热交换存在较密切的关系,其最佳相关期出现于每年的秋季到第二年的春季,该时期恰好是每年海洋向大气输送热量强盛时期,因而西北太平洋在这期间可能是影响我国东北地区汛期降水的主要源地;(2)西北太平洋对我国东北地区汛期降水产生重要影响的海区与北太平洋中海流配合十分默契,在海-气热交换和我国东北地区汛期降水的相关场中,明显存在三个负相关较大海区,即黑潮区、北赤道流区和西风漂流区;(3)我国东北地区汛期降水与西北太平洋海-气热交换成负相关的三个中心区,其中心强度随季节发生变化,其位置随相关时间间隔的长短发生偏移,这种强度的变化和位置的偏移以黑潮区最为明显;(4)我国东北地区汛期降水与海-气热交换相关最佳的三个中心区的相关强度的变化与整个西北太平洋的变化趋势大体一致。从而可以认为,利用西北太平洋的海-气热量交换过程来研究我国东北地区汛降水或其它天气过程问题是有一定的价值。莫如平^[4]通过功率谱分析和相关系数分析后发现,我国许多地区的降水和气温变化具有明显的准3.5年振荡周期,这一特征与赤道太平洋地区的海面温度变化也表现出强烈的准3.5年振荡现象有着密切的关系。陈烈庭^[5]在分析东太平洋赤道地区的海温异常与我国降水关系时认为,当东太平洋赤道地区春季海温偏高时,随着赤道冷水舌的向东萎缩,6月的Walker环流偏东,上升运动区也向东发展,由于赤道太平洋地区的反Walker环流发展,使得西太平洋热带地区季风环流圈同样发展,但西太平洋Hadley环流减弱并逐渐偏北,其中心位置大约在 18°N 附近,因此,西太平洋副高脊东撤减弱并偏北,造成江淮流域少雨。当东太平洋赤道地区春季海温偏低时,下沉运动向西扩展,赤道干旱带发展,Walker环流也随着西移,西太平洋热带地区季风环流圈弱,而Hadly环流强度显著增加并南移,中心在 12°N 附近,西太平洋副高脊西伸加强且偏南,造成江淮流域多雨。王善华^[6]用类似功率谱的方法,对1957~1977年赤道东太平洋海温、南方涛动指数(SOI)和我国东部降水的关系作了详细分析,发现赤道东太平洋存在3.4年的周期振荡,SOI也存在3.4年的振动周期,而华北、华南降水也同时存在3.4年周期,各自与SST或SOI的振荡周期相对应。作者还指出,SOI的变化超前于降水,利用SOI的变化进行降水的长期预报是可行的。叶愈源^[7]应用1951~1985年长江中下游17个站汛期(4、9月)平均降水总量资料和ENSO事件年表,讨论了长江中下游汛期降水量年际变化与ENSO的联系,结果表明,当ENSO事件发生后,次年长江中下游汛期降水量偏多,其统计显著性水平在95%以上,这个统计事实表明,ENSO事件对预报长江中下游的洪涝有参考价值。朱炳瑗^[8]用正交函数(EOF)法分析

了中国西北(陕、甘、宁、青四省区)夏季降水资料,发现EN现象与西北夏季降水存在着明显的遥相关,在EN次年海东—陕北地区降水明显偏多。

上述情况表明,(1)我国大部分地区的降水和气温变化具有明显的准3.5年振荡周期,这一特征与赤道太平洋地区的海面温度变化也表现出强烈的准3.5年振荡现象有着密切的关系。(2)由于SOI的变化超前于降水,利用SOI的变化进行降水的长期预报是可行的;而利用ENSO事件预报长江中下游的洪涝具有重要参考价值。

二、热带海温异常与我国气温的关系

气温是影响人类活动和农业生产的重要气候要素之一。由于热带海洋异常热状况改变了赤道上空的纬向Walker环流的位置和强度,进而影响经向的Hadley环流和中纬西风强度,由此引起世界范围内的气候异常。赵永平^[9]利用Wright给出南方涛动水温指数(SSTA)作为赤道东太平洋中部和东部表面水温的月距平值,结合1951~1983年中国气温资料,计算了SSTA对周期及后期1至12个月中国气温的时滞交叉相关,以此揭示赤道东太平洋水温对中国南方冬春气温的影响。相关普查表明,赤道东太平洋水温对中国气温有意义的相关出现在中国南方的广东、福建沿海及云南、贵州等西南地区。作者认为,这种影响可能是通过赤道太平洋海洋对大气的异常加热,对北半球Hadley环流和中纬度西风环流型的影响来实现的。曾昭美^[10]等在研究热带东太平洋关键海区海温与中国东北地区的关系时指出,(1)我国东北地区的气候与赤道东太平洋海温具有一种遥相关现象,即这个地区的气候变化与赤道东太平洋海温变化是反位相的;赤道东太平洋海温变化首先是由赤道东太平洋向西传播然后向北扩展影响亚洲东部和我国东北地区;(3)赤道东太平洋海温异常增高影响到热带太平洋地区高、低层风场发生异常,从而使热带太平洋地区高、低层水平环流也发生改变,使赤道东太平洋海温异常信息带向中纬地区,影响中纬及我国东北地区的气候发生变化。黄荣辉^[11]的研究进一步表明,一般在ENSO现象发生年份的冬季(12~2月),我国东北地区北部的气温异常低,经常发生冬冷,东北地区北部的地面气温比常年偏低2~6℃左右。施能^[12]等利用1951~1984年资料,分析了强、弱涛动年和次年我国35站季、月平均气温,从而更进一步揭露了南方涛动与我国气温存在着遥相关的事实,其最具明显的特点是:(I)南方涛动与我国月平均气温的相关,在当年2、4、9月是正相关,9月以后是持续的负相关;(II)SO与我国气温相关最好的季节是当年秋季,其次是来年春季;(III)EN当年4、9月在我国大范围偏冷,5、10月份大范围偏暖,最显著的地区是长江中下游及以南地区,这也可以作为早期识别EN的信号。

对我国气温的研究表明,同降水的情况相似,赤道太平洋上的EN现象及其海-气相互作用过程可能是制约我国气温年际变化的一个重要因子。

三、海温异常对热带环流系统变化的影响

自从六十年代初Bjerknes^[2]研究热带地区的海-气相互作用,发现东太平洋赤道地区

的海温不仅具有明显的局地效应,而且可以影响到中纬度的大气环流以来,国内外气象学界从天气、动力、数值实验各个方面,对这个问题进行了大量的分析和讨论,使人们对该海区相互作用机制也有更深的了解,进一步证明了热带海洋对大气环流和长期天气变化的重要性。

大气资料的最新分析和模式计算结果表明,热带地区是大气运动和水汽的主要源地,热带海洋表面温度异常对全球大气环流有重要的作用。近十几年来,我国许多学者都注意到热带太平洋海温异常影响副热带高压强弱和位置的变化,对我国东部夏季旱涝和温度异常等灾害性气候的出现、副热带高压尤其是西太平洋副高脊的活动,对我国天气气候具有特别重要的意义。

(一) 赤道东太平洋海温变化对中纬度大气环流的影响

国外的研究认为,当赤道东太平洋海温偏暖时,由于海-气之间感热的输送及凝结潜热的释放,使经圈(Hadley)环流的上升分支加强,能携带更多的角动量到中纬度,从而加强了副高和中纬度西风带。我国的研究也指出,当赤道东太平洋海温异常增暖时,东西向的海温梯度减小,南北的海温梯度加大,因而纬圈(Walker)环流减弱,影响到经圈(Hadley)环流发展,赤道地区有更多的角动量和热量向北输送,从而使副高和中纬度西风带加强。我国的研究还进一步指出,当赤道东太平洋夏季的Hadley环流区、赤道海温高时,副高主体强、反之弱。而对西太平洋夏季的季风环流区,情况相反,赤道海温高时,副高脊弱,位置偏北,反之副高脊强,且偏南偏西。

符宗斌^[13]等计算了赤道东太平洋最大增温的1972年12月太平洋地区的平均子午环流和赤道附近的平均纬圈环流,指出当赤道东太平洋海温异常偏高时,其上空同时期的平均纬圈环流较弱,不能构成闭合的纬向垂直环流,而平均子午垂直环流比较发展,南北半球各存在一个强Hadley环流;当赤道东太平洋海温异常偏低时,其上空同时期的平均纬向垂直环流发展,东部下沉西部上升出现一个完整闭合环流圈,而平均子午环流不发展,南北半球的Hadley环流圈消失,已被赤道环流圈所替代。

大量的观测事实和理论研究表明,中纬度大气对海温异常的响应可能与季节有关。在冬半球,中纬度大气环流与赤道海温异常有很密切的遥相关;但与本地(中纬度)的海温异常相关很弱。在夏半球则不同,中纬度大气对本地海洋异常的响应变得灵敏,而受热带海洋的影响变小了。大气对海温异常响应的季节性与大气本身的基本流型有关。冬季属于平流型,中纬度基本气流强,由于平流作用的输送,局地下垫面影响则不明显,但此时北半球强的Hadley环流可以把热带海洋异常的影响带到中纬度。夏季属于非绝热型,中纬度基本气流弱,下垫面的局地影响可能表现得比较明显,同时由于弱的Hadley环流,热带海洋对中纬度的影响也将相应减弱。

(二) 西太平洋海-气相互作用时对北半球夏季大气环流异常的作用

长期以来,关于热带西太平洋海-气相互作用对北半球夏季大气环境异常的作用研究不多,而事实上,热带西太平洋是全球海洋最热的区域,这里的海-气相互作用非常剧烈,它是全球大气的最大热源之一。黄荣辉^[14]的研究就指出,当热带西太平洋海表温度增高时,由于菲律宾海域及印度尼西亚一带对流活动增强,而造成在这个区域的上空的热源

增强, 由于准定常行星波的传播, 它引起了东亚夏季副热带高压偏北。黄荣辉还从理论上及数值计算方面研究了热带太平洋上空特别是菲律宾周围的对流活动所引起的热源加强, 从而引起的北半球夏季大气环流异常的遥相关型。他还从30多年的观测资料统计得出了东亚夏季的旱涝与ENSO事件的不同阶段有关。认为, 当ENSO事件处于发展阶段, 我国江淮及日本的本州雨量偏多, 在夏季往往发生涝, 但在黄河流域及华北、江南及日本的九州一带往往雨量偏少, 甚至发生干旱; 而在ENSO事件处于恢复阶段, 我国江淮及日本的本州一带雨量偏少, 往往发生旱, 而黄河流域及华北、江南一带往往雨量偏多。研究还表明, 赤道东太平洋的海温与西太平洋海温之间存在着“翘翘板”效应, 即当赤道东太平洋的海温低, 如ENSO事件处于恢复阶段, 菲律宾周围的热带西太平洋的海温就高, 在此海域就有大量的对流活动产生, 从而造成西太平洋副热带高压的位置偏北, 引起我国江淮一带、日本本州的雨量偏少。

上述研究结果表明, 中纬度大气环流对海温异常的响应可能与季节变化有关。当ENSO事件处于发展阶段, 我国江淮及日本的本州雨量偏多, 在夏季易发生洪涝, 但在黄河流域及华北江南及日本的九州一带往往雨量偏少, 甚至发生干旱; 当ENSO事件处于恢复阶段, 菲律宾周围的热带西太平洋的海温就高, 在此海域就有大量的对流活动产生, 从而造成西太平洋副热带高压位置偏北, 引起我国江淮一带、日本本州雨量偏少。

四、ENSO对我国台风的影响

李若钝^[15]利用1951~1986年的资料, 分析了近36年来人们公认的比较显著的七次ENSO事件后指出, EN发生当年全国登陆台风个数均少于常年, 特别是强ENOS发生当年编号台风个数更为明显偏少, 而ENSO发生翌年台风次数接近常年。施能^[11]利用1949~1980年资料, 对EN年和反EN年的当年和来年、弱SO和强SO的当年和来年的南海台风(包括进入南海的西太平洋台风和南海生成的台风)活动进行了统计分析, 结果表明, EN年当年南海台风偏少, 来年南海台风偏多。陈特固^[16]分析了(1884~1984)近百年EN与南海台风活动的关系, 发现1884~1946年间EN与南海台风活动无关联, 可能与这一时期的资料可靠性有关。而1947年以来, EN与南海台风活动有关联, 在南海及登陆两广的台风数较常年偏少, 在反EN年则较常年偏多。解思梅^[17]利用1951~1980年资料, 分析了赤道东太平洋海表水温的变化特征及其对三大洋热带风暴的影响, 结果表明, 赤道东太平洋海温与西北太平洋、西南太平洋和东南印度洋的热带风暴发生个数关系密切, 其最佳相关期是海温超前两至三年, 而与大西洋的热带风暴相关不明显。

上述的研究都得出了在ENSO发生当年全国登陆台风个数均少于常年, 而ENSO发生翌年台风登陆次数接近常年或偏多的极为相似的结论。

小 结

1. 我国大部分地区的降水和气温变化都具有明显的准3.5年振荡周期, 这一特征与赤

道太平洋地区的海面温度变化也表现出强烈的准3.5年振荡现象有着密切的关系,这表明,赤道太平洋上的EN现象及其海-气相互作用过程可能是制约我国降水及气温年际变化的一个重要因子。

2. 由于SOI超前于降水,利用SOI的变化进行降水的长期预报是可行的;同理,利用ENSO事件预报长江中下游的洪涝也同样具有重要的参考价值。

3. 由于热带太平洋海温异常影响副热带高压强弱和位置的变化,直接影响到我国东部夏季旱涝和温度异常等灾害性气候的出现,因此,副热带高压尤其是西太平洋副高脊的活动,已成为影响我国气候变化的重要因素之一。

4. ENSO对我国台风的影响表现为,在ENSO发生当年全国登陆台风个数均少于常年,翌年台风登陆次数接近于常年或偏多。

参 考 文 献

- [1] J. Namias, *Tellus*, 394~407, 1964.
- [2] Bjerknes, J., *Mon. Wea. Rev.*, 163~172, 1969.
- [3] 陈锦年, 海洋学报, 9 (1), 121~126, 1987.
- [4] 莫如平, 海洋学报, 11 (2), 143~149, 1989.
- [5] 陈烈庭, 大气科学, 6 (2), 149~155, 1982.
- [6] 韦有暹等, 热带气象, 4 (4), 380~382, 1988.
- [7] 叶愈源, 气象, 1, 42~44, 1988.
- [8] 朱炳琰, 气象学报, 49 (3), 21~28, 1991.
- [9] 赵永平等, 热带气象, 5 (4), 358~362, 1989.
- [10] 曾昭美, 大气科学, 11 (4), 382~389, 1987.
- [11] 黄荣辉, 大气科学, 15 (3), 44~54, 1991.
- [12] 施能, 气象, 15 (4), 9~14, 1989.
- [13] 符宗斌等, 大气科学, 3 (1), 50~57, 1979.
- [14] 黄荣辉, 大气科学, 14 (2), 234~241, 1990.
- [15] 李若钝, 海洋通报, 7 (3), 7~12, 1988.
- [16] 陈特固, 热带海洋, 5 (2), 81~83, 1986.
- [17] 解思梅, 海洋通报, 7 (1), 18~24, 1988.

AIR-SEA INTERACTION AND ITS INFLUENCE ON CHINA'S CLIMATE

Ke Dongsheng

(South China Sea Branch, SOA, Guangzhou)

Abstract

After summarizing the research results of air-sea interaction obtained by the Chinese scientists in the recent years and discussing the influence of the air-sea interaction on China's climate this paper describes that:

- (1) The rainfall and temperature changes in many areas in China have an evident vibration period of about 3.5 years. This characteristic is closely related with the strong 3.5-year vibration period happening in the tropical pacific ocean area caused by the sea surface temperature (SST) change.
- (2) The fact that China's climate is remotely interrelated with the Southern Oscillation is considered as an early signal to identify El-Niño.
- (3) The abnormality of SST in tropical pacific ocean affects the strength and position change of the subtropical high-pressure. This causes the occurrence of disastrous weathers such as drought, water logging, temperature anomalies etc. during summer time.
- (4) In the year of El-Niño, landing typhoons are less than normal years.

key words: El-Niño, southern oscillation, climate in China.