

# 太平洋热状况与我国旱涝关系研究综述\*

## REVIEW ON STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL CONDITION IN THE PACIFIC OCEAN AND DROUGHT OR WATERLOGGING IN CHINA

翁学传<sup>1</sup> 赵永平<sup>1</sup> 何有海<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(<sup>2</sup>中国科学院南海海洋研究所 广州 510301)

全球气候变化是目前人们关心的一个重要问题。已有的研究表明,海洋在全球气候变化中起着非常重要的作用。

早在本世纪50年代初,我国的气象学家就着手研究海洋对气候的影响<sup>[1]</sup>。自70年代起,我国学者相继研究了中纬度海洋的海表水温(SST)对大气环流和我国降水的影响。并开始较系统地分析热带海洋对西太平洋副热带高压(以下简称副高)和我国降水的影响。近年来随着国际合作的不断增多,我国的海气相互作用研究进展较迅速,特别是海洋对我国气候变化的研究取得了不少成果。本文仅就太平洋热状况与我国旱涝关系研究所取得的主要结果作一简略介绍,并对需进一步讨论的几个问题提出粗浅看法。

### 1 太平洋热状况与我国旱涝的关系

太平洋热状况对我国旱涝的影响已有不少研究,其中多数工作主要是分析太平洋海气相互作用关键区热状况与我国旱涝的关系。这些关键区主要是热带太平洋海域、黑潮海域以及南海海域。

#### 1.1 热带太平洋海域

热带太平洋海域是全球海气相互作用最活跃的地区,著名的大尺度海洋异常现象——厄尔尼诺就发生在这里。该海域是影响我国旱涝的一个关键区。

1.1.1 热带东太平洋海域 早在60年代,Bjerknes<sup>[59]</sup>就发现赤道东太平洋 SST 的异常与北半球大气环流有密切关系。70年代以来,国内对热带东太平洋 SST 与我国旱涝关系的研究较多,不仅分析了 SST 场的时空特征,而且探讨了它与我国旱涝的相关关系及其物理过程。1977年陈烈庭就提出春季东太平洋赤道冷水舌西伸

范围和沿南美西岸暖水南扩程度与我国江淮流域夏季降水有密切关系,并指出赤道太平洋上空平均纬向和经向垂直环流是联系赤道东太平洋海域 SST 和副高及我国汛期降水的重要环节<sup>[4]</sup>。中科院地理所长期天气预报组<sup>[5]</sup>,王绍武<sup>[11]</sup>和李克让<sup>[12]</sup>等也指出赤道东太平洋 SST 不仅影响东太平洋天气,也影响西太平洋天气,根据秋、冬季赤道东太平洋 SST 的异常可以估计未来副高的变化从而预测我国东部夏季降水。

近年来随着对厄尔尼诺研究的深入,热带东太平洋 SST 异常对我国降水影响的研究也获得了较大进展,取得了较好成效<sup>[14,17,28,30,33,35,40,42,47,49,56,62]</sup>①。这些研究结果不仅进一步揭示了热带东太平洋 SST 异常影响我国东、南部和北方地区夏季降水的事实,而且对其物理过程有了新的认识。陈菊英<sup>[38]</sup>的研究表明,我国降水与厄尔尼诺之间的遥相关关系是相互作用而不是单向影响,即厄尔尼诺对我国降水有预报意义,而中国降水对厄尔尼诺也有指示意义,两者相互作用的中间介质是大气环流。黄荣辉<sup>[62]</sup>根据30a 观测资料统计,得出厄尔尼诺不同阶段赤道东太平洋 SST 异常对我国旱涝的影响具有明显的不同特征。当厄尔尼诺处于发展阶段(即热带东太平洋 SST 正处于增温阶段),该年夏季我国江淮流域降水偏多,而黄河流域、华北地区以及江南、华南地区降水偏少。当厄尔尼诺处于消衰阶段(即热带东太平洋 SST 正处于恢复阶段),则该年夏季我国江淮流域的降水将会偏少,而黄河流域、华北地区以及江南、华南地区

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第2194号,中国科学院 KY85-10项目支持。

① 吴仪芳,1991.中国东部夏季旱涝预报方法及其预报试验,64~79。

的降水可能偏多。这一结果已用作我国旱涝分布的预测依据。

近期赵汉光<sup>[42]</sup>、廖荃荪<sup>[40]</sup>和王绍武<sup>[56]</sup>的研究表明,厄尔尼诺对我国旱涝的影响还与其开始时间有关。王绍武指出,春季开始增温的厄尔尼诺,当年全国偏旱,以华北为主,其次为长江中游;夏季或秋季才开始增温的厄尔尼诺,次年长江中、下游以涝为主。

热带东太平洋 SST 异常不仅影响我国东、南部地区的夏季降水,而且对我国西北地区夏季降水趋势有很好的预示性,朱炳瑗<sup>[50,54]</sup>分析1845~1988年间资料表明,在厄尔尼诺当年,青海东部,甘肃中、东部,宁夏全部和陕北的降水明显偏少,而在其次年则明显偏多。

1.1.2 热带西太平洋海域 关于热带西太平洋 SST 变异对我国旱涝影响的研究是近几年才开展的,所以有关报道尚较少。最近黄荣辉<sup>①</sup>指出,夏季热带西太平洋暖池的热状况、对流活动、副高与我国江淮流域降水之间存在着较好的遥相关。当热带西太平洋暖池增暖( $\geq 29^{\circ}\text{C}$ 海水的分布范围增大),从中印度半岛到菲律宾周围的对流活动增强,副高位置偏北,我国江淮流域降水偏少,华南和华北降水比正常偏多。与此相反,当热带西太平洋暖池温度降低( $\geq 29^{\circ}\text{C}$ 海水的分布范围缩小),菲律宾周围对流活动减弱,而且印尼以东、日期变更线以西的对流活动增强,副高位置偏南,并成条状结构,则我国江淮流域降水偏多,而华南和华北以及黄河流域降水偏少。上述关系经预测试验表明,可用作我国夏季降水季度与超季度预测的指标。

## 1.2 黑潮海域

国内对黑潮海域热状况与我国旱涝关系的研究开展较早,并已取得一些较好结果,但总的来说不如热带太平洋海域。已有的研究从内容来看,大致可分为 SST、海气热交换和海洋经向热输送与我国旱涝关系这3个方面。

1.2.1 SST 早在50年代初,吕炯<sup>[1,2]</sup>就注意到太平洋海温对我国旱涝的影响,并揭示了西北太平洋 SST 与长江中下游降水的关系。70年代中期,中科院大气所长期预报组<sup>[5]</sup>在分析北太平洋 SST 距平与我国东部地区夏季降水的关系中,发现前冬黑潮和亲潮区的 SST 与长江中下游和华北平原的夏季降水存在明显的相关性。这种相关性从上年秋末开始,一直持续到初春,并从低纬度开始逐渐向北伸展。他们将这一结果用于长期预报,取得了很好效果。其后,章淹<sup>②</sup>和李鸿洲<sup>[8]</sup>也分别得出了黑潮区的 SST 与长江流域霉雨以及河北平原汛期降水存在密切联系。80年代以来赵绪孔<sup>[13,15]</sup>、吴仪芳<sup>[16]</sup>和李永康<sup>[46]</sup>分别讨论了黑潮海域 SST 异常与青岛汛期

降水、江淮旱涝以及我国沿海地区降水之间的关系,取得了一些很意义的结果。近期,丁良模<sup>[41]</sup>提出,东海黑潮冬季 SST 距平与我国夏季降水有较好的相关,即对于全国性重涝和重旱来说,冬季黑潮 SST 正距平主旱,负距平主涝。

1.2.2 海气热交换 海洋对大气的影晌主要是通过海洋对大气异常加热来实现的。70年代中期,潘怡航<sup>[9]</sup>研究了冬、春期黑潮海域加热场与两湖盆地汛期降水的关系,80年代以来,许多学者先后研究了黑潮海域海气热交换及其变异特征,探讨了该海域异常加热对大气环流和我国有关地区汛期降水的影响。

赵永平<sup>[6,10,19,20,24]</sup>在分析西北太平洋,特别是黑潮海域海面热量平衡和海洋异常加热主要型基础上,讨论了中纬度海区海气相互作用的物理过程,提出了冬半年大气环流和海洋异常加热之间的正反馈过程。他们通过详细分析东海黑潮热交换与长江流域降水间的关系,发现冬季(12~翌年3月)东海黑潮海气感热交换与长江中下游6月降水存在较好的负相关关系,并提出采用冬季崂山海洋站海气感热交换值作为预报长江中下游6月降水的指标<sup>[18]</sup>。其后,陈锦年<sup>[25,34]</sup>采用类似途径,探讨了青岛降水与副高和黑潮海域海气热交换的关系,指出可用9月宫古岛海气感热交换来预报青岛汛期降水,经回报试验与实况比较一致。井立才<sup>[28]</sup>的研究表明,我国汛期降水与黑潮区、北赤道流区、西风漂流区和南海海域的热交换有较好的相关,其关系最密切的是黑潮区。近期,徐桂玉<sup>[48]</sup>完成了整个太平洋海气热交换主要型的分析,讨论了冬季太平洋潜热通量与长江流域降水的相关。

最近,丁良模<sup>[55]</sup>在研究黑潮热状况对长江流域霉雨降水的气候效应中,得出东海黑潮3、4月间海气热交换与长江流域6、7月间的霉雨降水关系密切,特别是与均匀型霉雨降水的相关性更明显。

1.2.3 海洋经向热输送 太平洋不同纬度带经向热输送已有一些研究,但迄今有关黑潮经向热输送年际变化的分析尚不多见。

胡敦欣<sup>[61]</sup>计算了1986~1988年黑潮源地海域经向体积输送,探讨了经向输送变化与我国东南沿海冬季气温的可能联系。赵永平<sup>[20]</sup>还间接估算了东海黑潮年平均热输送,讨论了黑潮海域净热量收支的季节变化和年

① 黄荣辉、孙凤英、严邦良,1991.我国东部夏季旱涝预报方法及其预报试验,1~32。

② 章淹、李月洪、毕慕莹,1975.1975年长江流域长江水文气象预报讨论会技术经验交流文集,164~177。

际变化特征。最近赵永平<sup>[67]</sup>分析了冬季北太平洋上层海洋经向热输送异常的主要型及其年际变化与副高的关系。总的来说,有关海洋经向热输送与我国旱涝关系的研究尚处于初始阶段。

### 1.3 南海海域

南海热状况对我国旱涝影响的研究开展较晚,但已取得明显进展,这主要表现在 SST 和海气热交换与我国旱涝关系研究这两个方面。

1.3.1 SST 70年代中期,中央气象局研究所<sup>[7]</sup>分析了珠江流域秋旱与南海 SST 的关系,得出南海及西北太平洋低纬海区 SST 偏暖,则珠江流域秋季降水偏多,反之降水偏少。其后,陈特固<sup>[60]</sup>的研究表明,西沙站冬季 SST 与广东东南部前汛期(3~6月)降水呈正相关关系,即前冬 SST 偏高,则前汛期降水偏多。罗绍华<sup>[22]</sup>通过相关分析,发现南海冬季 SST 与长江中下游夏季降水有较好的正相关关系,并指出这个相关的长过程是通过冬季 SST 变化对初夏的 SST 及副高西部脊的影响来实现的。提出可以利用冬季 SST 作初夏期长江中下游降水的趋势预报<sup>[26]</sup>。金祖辉<sup>[27]</sup>则从相关统计和旱涝两种类型的对比分析,得出了长江中下游霉雨期旱涝与南海 SST 和副高西部脊有密切关系,即涝年南海 SST 比常年偏暖副高西部脊偏强,位置偏西;而旱年却相反。近年来许多学者进一步研究了南海 SST 与我国降水的关系。孙照渤<sup>[44]</sup>用数值试验确证了罗绍华和金祖辉得出的相关统计结果。徐桂玉<sup>[45]</sup>用相关分析法,得出了长江中下游6月降水主要与副高和南海高压有关,并指出南海 SST 异常是通过南海高压的强弱变化来影响长江中下游的降水。梁建茵<sup>[52]</sup>和吴池胜<sup>[53]</sup>则分别讨论了海气系统异常和南海 SST 变化对广东夏季旱涝的影响。最近,陈烈庭<sup>[51]</sup>的研究表明,阿拉伯海至南海 SST 距平的纬向差异与长江中下游霉雨的丰欠有明显关系;当初夏该海区 SST 距平的纬向差为正型(SST 南海偏高,阿拉伯海偏低)时,有利于长江中下游霉雨降水偏多,反之则偏少的可能性较大。

对于南海 SST 影响长江中下游降水的物理过程,一种是从季风方面来研究,陈烈庭<sup>[51]</sup>指出,阿拉伯海至南海不同类型的海温距平纬向分布,可能对印度季风和东亚季风的强度和位置产生不同的影响,从而使长江中下游的降水有不同的分布。另一种是从南海-菲律宾的大气加热场与副高的强度和位置的变化来考虑。黄荣辉<sup>[58, 63]</sup>的研究表明,由于菲律宾一带强对流热源产生的异常行星波的传播,造成东亚环流异常,从而影响我国东部降水的再分布。

#### 1.3.2 海气热交换 南海海气热交换对我国旱涝

影响的研究尚较少。1984年陈锦年<sup>[21]</sup>通过南海海气热交换与长江中下游降水的相关分析发现,冬春季(1~4月)海气热交换偏弱时,长江中下游6月降水减少;反之,降水增多。据此他提出用清澜站(海南岛)冬春季(1~4月)的海气感热交换值作为预报长江中下游6月降水的一个指标。其后,他在相关普查基础上又指出了华南前汛期降水与南海1~2月潜热交换异常变化有较好的正相关关系<sup>[29]</sup>。

## 2 需进一步讨论的几个问题

目前太平洋主要关键区的热状况与我国旱涝的关系,特别是厄尔尼诺与我国降水的关系已经揭露出许多重要事实,并且对其中某些关系的物理过程提出一些假说。但是海洋对旱涝的影响是一个很复杂的问题,有些事实尚未揭露,有些事实的物理过程还没有得到合理阐述。现就太平洋热状况与我国旱涝关系研究中的某些问题谈些粗浅看法。

### 2.1 进一步揭露海洋热状况对我国旱涝影响的事实

进一步的研究可从以下4个方面着手:

(1)厄尔尼诺是大尺度海气相互作用的结果,对全球气候以及我国降水分布都有重要的影响。近年来对厄尔尼诺的研究已取得不少成绩,但其形成的物理机制依然不太清楚。因此加深了解厄尔尼诺形成的物理过程和机制及其与我国旱涝的关系,有利于我国旱涝预测和预报精度的提高。

(2)SST 是海洋热状况直接指标之一,它对我国旱涝影响事实已有不少研究,但仍有许多工作有待深入进行。考虑到海洋上、中层水温更具保守性,能更好地反映大尺度海气相互作用的过程,用海洋上、中层热状况讨论其对我国旱涝的影响不失为一个好的途径。

(3)海气相互作用是通过海气界面上的热量交换来实现的,直接用海洋对大气加热的异常来分析对我国旱涝的影响似更具物理意义。近年来的研究已初步证明了这一论点,但总的看仍属起步阶段。以海气热交换作为指标进行与我国旱涝的大范围相关普查,进而找出可供预报的指标是这一工作的首要目标。

(4)太平洋西部边界流(黑潮)经向热输送的年际变异及其与我国旱涝关系的分析是一项非常重要的工作。基于实测流资料缺乏,可利用温、盐度资料间接计算某些断面上海洋平流热通量,并以此来探讨与我国旱涝的关系。

### 2.2 加强对热带西太平洋暖池、黑潮和南海海

## 域海气相互作用的研究

热带西太平洋暖池是全球海洋温度最高的海域,这一海域海气相互作用相当剧烈,它与厄尔尼诺的发生和发展有密切关系,是当今海气相互作用研究的热点。

黑潮海域是太平洋供给大气热量最多的海区,也是我国降水的重要水汽来源地,该海域是太平洋中纬度海气相互作用最强烈的海区。南海海域地处南北半球气流交换的一个通道上,又是从印度洋到太平洋的两个 Walker 环流圈的交汇点,也是华南降水的主要水汽源地,该海域是海气相互作用的敏感区之一。

现有的研究表明,热带西太平洋暖池、黑潮和南海这三个海域的热状况都对我国的旱涝有明显的影响。但是目前对热带西太平洋暖池和南海的研究尚较少,而对黑潮海域的研究虽然开展较早,但进展缓慢。作者认为除了继续深入研究热带东太平洋热状况与我国旱涝关系外,应当加强对上述海域的研究,只有这样,才能逐步建起一个太平洋热状况对我国旱涝影响的总体概念。从而提出更多更可靠的供长期预报用的指标。

### 2.3 重视影响过程的物理机制的理论探讨

现有的研究多数侧重于太平洋主要关键区热状况与我国旱涝相关关系分析,而对其物理过程和机制的研究较少。从揭示出来的相关关系看,有的效果较好,有的却不理想。现在的问题是,除了继续探讨太平洋不同海域各种热状况与我国旱涝的相关关系外,更重要的是弄清它们之间为什么存在着这样的相关关系,是通过什么物理过程和机制相互联系的。弄清这些问题对于阐明其间的相关关系的物理本质和提高预报精度都是很必要的。

### 参考文献

- [1] 吕炯,1950.气象学报 21(1~4):1~16.
- [2] 吕炯,1964.中国科学 13(9):113~142.
- [3] 中科院大气所长期预报组,1973.气象科技资料 3:14~23.
- [4] 陈烈庭,1977.大气科学 1(1):1~12.
- [5] 中科院地理所长期天气预报组,1977.科学通报 22(7):313~317.
- [6] 中科院海洋所海洋气象组和地理所海洋气候组,1977.渤、黄、东海海面热量平衡图集,科学出版社.
- [7] 中央气象局研究所一室二组,1977.大气科学 2(1):13~17.
- [8] 李鸿州,1978.中科院大气物理所集刊 6:116~129.
- [9] 潘怡航,1978.中科院大气物理所集刊 6:102~115.
- [10] 中科院海洋所海洋气象组,1979.西北太平洋海面热量平衡图集,科学出版社.
- [11] 王绍武、赵宗慈,1979.气象学报 37(1):64~73.
- [12] 李克让、沙万英、赵剑平,1979.地理集刊 11:35~42.
- [13] 赵绪孔、李若纯、彭福荣,1982.大气科学 6(2):224~227.
- [14] 赵绪孔,1983.海洋通报 2(2):10~14.
- [15] 赵绪孔、马成璞、李若纯,1983.海洋学报 5(1):35~40.
- [16] 吴仪芳、李麦村,1983.海洋学报 5(1):10~27.
- [17] 史久恩、林学椿、周琴芳,1983.气象 9(2):2~5.
- [18] 赵永平、张必成、井立才,1983.海洋与湖沼 14(3):256~262.
- [19] 赵永平、张必成,1984.海洋湖沼通报 4:1~7.
- [20] 赵永平、陈永利、井立才,1984.海洋湖沼通报 1:26~33.
- [21] 陈锦年,1984.海洋湖沼通报 2:15~21.
- [22] 罗绍华、余祖辉、陈烈庭,1985.大气科学 9(3):314~320.
- [23] 井立才,1985.海洋科学 9(1):11~15.
- [24] 赵永平,1986.海洋与湖沼 17(1):57~65.
- [25] 陈锦年,1986.海洋湖沼通报 2:6~12.
- [26] 罗绍华、金祖辉,1986.大气科学 10(4):409~418.
- [27] 金祖辉、罗绍华,1986.气象学报 44(3):368~372.
- [28] 李麦村、吴仪芳、黄嘉佑,1987.大气科学 11(4):365~371.
- [29] 陈锦年、张淮,1987.海洋湖沼通报 3:28~33.
- [30] 张先恭、赵汉光,1988.气象 14(4):3~7.
- [31] 吴永森,1988.海洋湖沼通报 1:27~28.
- [32] 符淙斌、腾星林,1988.大气科学特刊 133~141.
- [33] 李若印、武建平、洋惠周、于惠玲、徐贤俊,1988.海洋通报 7(3):7~12.
- [34] 陈锦年,1989.海洋预报 6(4):6~20.
- [35] 梁平德,1990.海洋预报 7(4):17~23.
- [36] 莆书箴、于惠苓,1990.国家气候蓝皮书——气候.科技出版社.316~320.
- [37] 梁平德,1990.长期天气预报论文集.气象出版社,248~253.
- [38] 陈菊英,1990.长期天气预报论文集.气象出版社,174~181.
- [39] 于淑秋,1990.长期天气预报论文集,气象出版社.261~270.
- [40] 廖荃荪、赵汉光、赵振国,1990.中国气象学会学术会议论文摘要.21:44~45.
- [41] 丁良模,1990.海洋对气候变化调节与控制作用学术研讨会论文集.海洋出版社,169~177.
- [42] 赵汉光、张先恭、丁一汇,1990.长期天气预报论文集.气象出版社,108~118.

- [43] 徐桂玉、苏炳凯、符淙斌,1990.中国气象学会学术会议论文摘要.21~45.
- [44] 孙照渤、章基嘉, Palmor J. N., 1990.气象学报 48(1): 113~121.
- [45] 徐桂玉,1990.气象科学 10(2):174~181.
- [46] 李永康,1990.气象科学 10(3):295~303.
- [47] 王强、郭传红,1991.气象科学 11(2):201~204.
- [48] 赵绪孔、张玉俊、徐启春、由传保,1991.热带海洋 10(3):51~57.
- [49] 廖木星,1991.海洋预报 8(3):1~6.
- [50] 朱炳瑗、李栋梁,1991.气象学报 49(1):21~28.
- [51] 陈烈庭,1991.大气科学 15(1):33~41.
- [52] 梁建茵,1991.热带气象 3:246~253.
- [53] 吴池胜,1991.热带气象 1:76~63.
- [54] 朱炳瑗、李栋梁,1992.大气科学 16(2):185~192.
- [55] 丁良模,1992.海洋学报 14(3):47~54.
- [56] 王绍武、石伟,1992.海洋对气候变化的调节和控制作用学术研讨会论文集.海洋出版社,76~87.
- [57] 赵永平、陈永利、杨连素,1993.海洋与湖沼 24(1).
- [58] 黄荣辉,1992.旱涝气候研究进展.科学出版社,37~50.
- [59] Bjerknes J., 1966. *Tellus* 18:820-829.
- [60] Chen Tegu and Huang X., 1983. *Oceanic Works* 6(2):19-25.
- [61] Hu Dunxin and Cui Maochang, 1991. *CHIN. J. OCEANOL. LIMNOL.* 9(1):1-14.
- [62] Huang Ronghui and Wu Yifang, 1987. The influence of EN-SO on the summer climate change in China and its mechanism. Proceedings in Japan-U. S. Workshop on the ENSO Phenomenon, Nor. 3-7, Tokyo University.