

山东夏季降水与前期热带洋区 OLR 的关系及其预测^①

张苏平 胡桂芳

(山东省气象科学研究所, 济南 250031)

提 要

在确定山东涝夏和旱夏年份的基础上, 利用 NOAA 卫星观测的 OLR 月平均资料, 分析热带对流活动在旱涝年的差异。发现涝夏年冬春季热带西太平洋、印度洋多为负距平, 旱夏年多为正距平, 正负距平中心与热带大气活动中心对应。用热带 4 洋区冬、春季 OLR 分别建立夏季降水预测模型, 结果表明, 4 月热带西太平洋、印度洋模型预报能力较优。

关键词: OLR 夏季降水 旱涝预测

前 言

由于山东夏季降水占全年降水的 60% 以上, 夏季降水是旱涝预测的重点。杨洪昌等^[1]从 500hPa 环流形势等方面分析了旱涝的成因, 张苏平等^[2,3]用太平洋 SST 对夏季降水进行了诊断和预报试验。随着全球大气观测及分析工作的深入, 发现热带太平洋 SSTa 与山东夏季降水异常的相关并不显著。众所周知, ENSO 是热带太平洋、特别是热带东、中太平洋区域海气系统中最强的年际异常信号, 但是, 根据叶笃正等 (1996)^[4]对 1950~1993 年间 10 次 ENSO 事件不同发展阶段我国夏季 (6~8 月) 平均降水距平百分率所作的合成分析图 (文献 [4] 图 5.1.1), 无论 ENSO 发生的当年还是次年, 降水距平百分率的零线均从山东中部通过。这一结果说明, 山东夏季降水年际异常有其特殊性, 需要从多方面进行研究。近几年, 有作者利用 NOAA 系列卫星观测的地气系统向外长波辐射 (OLR) 资料作旱涝气候诊断。蒋尚城等^[5]分析了 OLR 与长江流域旱涝的关系, 张苏平等^[6]分析了华北夏季降水与 OLR 的关系。本文用 OLR 资料分析山东夏季降水与热带对流活动的关系, 寻找新的、物理意义明确的预报因子, 并建立预报模型, 为

旱涝气候预测提供新的途径。

1 资料来源及处理

用全省 38 个雨量站 1960~1998 年月平均降水资料, 按照国家气候中心提出的方法, 用以下公式计算降水指数 RI

$$RI = \left(\sum_{i=1}^m P_i / \sum_{i=1}^m \bar{P}_i + k^+ / m \right) \times 100$$

其中 P_i 为 6~8 月总降水量, $\bar{P}_i$ 为 1961~1990 年 6~8 月季平均降水量, m 为区域内代表站数, k^+ 为 m 站中降水量距平 ≥ 0 的站数。旱涝标准定为: 当降水指数距平百分率 $\chi \leq -35\%$ 时为严重干旱 (简称旱年), $\chi \geq 35\%$ 时, 为多雨年 (简称涝年), 由于涝年较少, 标准有所放宽。考虑到 OLR 资料的限制 (1974 年 6 月~1998 年 12 月, 其中 1978 年 3~12 月缺测), 确定旱年为 1983、1986、1989、1992、1997 年, 涝年为 1990、1993、1994、1995、1998 年。

本文所用 OLR 资料为 NCEP/NCAR 提供的全球再分析资料, 格距为 2.5×2.5 经纬度网格。

2 旱涝年 OLR 场特征

OLR 主要受两种因素的制约: 云高云量和地面气温。由于热带地区地面气温变化幅度不大, OLR 的明显异常是由云高和云量变

① 本文受山东省科委“利用卫星资料定量估测山东降水量技术研究”和 96-908-05-06-10 项目资助

化造成,这种变化反映了深对流活动,因此低纬度地区 OLR 低值区可以很好地代表对流上升区(如热带辐合带或季风降水),OLR 高值区反映为大规模下沉区(副热带高压或赤道高压)。陈隆勋等^[7]用风场和 OLR 场进行了对比分析,进一步证明了大气中垂直环流上升支和下沉支与 OLR 的低值和高值区对应很好。本文利用范围为 $0^{\circ}\text{E}\sim 2.5^{\circ}\text{W}$, $30^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{S}$ 纬带的 OLR 月平均资料,计算山东涝年和旱年 1~5 月 OLR 平均距平值,负距平为对流加强,正距平为对流减弱。

2.1 前期冬季 OLR 场

由 1 月份 OLR 距平场,涝夏年(图略)热带中太平洋上有大片负距平区,中心位置在 5°N 、 180°E ,菲律宾附近的西太平洋和东太平洋为正距平区。旱夏年(图略)负异常

区主要在东南太平洋,中心位置 5°S 、 150°W ,中太平洋为正异常区。说明热带太平洋中部的对流活动涝夏年较旱夏年偏西。文献[2]指出,山东夏季降水偏多的年份,前期冬季赤道东太平洋海温偏低;夏季降水偏少的年份,前期冬季赤道东太平洋海温偏高。许多研究指出,当赤道东太平洋海温偏高时,太平洋中部的深对流区将向东移。因此,在这一点上文献[2]与本文的结论一致。图 1a 为 1 月份夏季旱涝年平均 OLR 减旱年平均 OLR 差异图,热带中太平洋 OLR 负差值更加清楚。另外,从澳大利亚北部洋面到印度尼西亚、至热带中印度洋为负差值区,说明影响山东夏季降水的热带对流活动异常可以追溯至南半球。

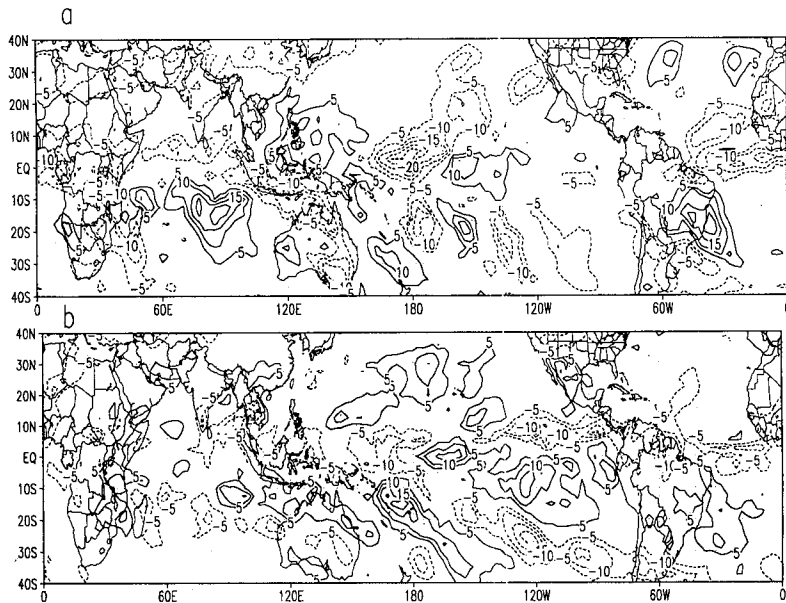


图 1 山东夏季旱涝年 1 月 (a)、4 月 (b) OLR 平均差异图 (涝年平均减旱年平均)

实线为正值,虚线为负值,间隔为 $5\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

2.2 前期春季 OLR 场

山东涝夏年 4 月(图略),太平洋中部的负距平区向西移,扩大到 180° 以西至印度尼西亚的整个西太平洋洋面,负距平区的北部为正距平区。中心在 15°N 、 140°W 左右。作者曾分析过华北涝夏年 4 月 OLR 距平场^[6],亦呈现类似分布,但负距平出现在 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{N}$ 的北半球热带太平洋,正距平中心出现在 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{N}$,比山东涝夏年更加偏北。旱夏年

(图略)4 月 OLR 距平场上,热带西太平洋基本没有明显负距平区,从热带印度洋、孟加拉湾、中南半岛到热带西太平洋为明显正距平,与涝夏年正好相反。图 1b 为涝夏年 4 月平均 OLR 减旱年平均 OLR,北太平洋上的北正南负差值型更加明显。叶笃正等^[4]指出,当热带西太平洋暖池增暖时,从菲律宾周围经南海到中印半岛上空的对流活动将加强,西太平洋副热带高压的位置偏北,我国江淮

流域夏季降水偏少。本项研究表明,夏季孟加拉湾、南海至菲律宾附近洋面对流活动加强时,夏季山东降水将可能增多。另外,热带东太平洋夏早年 OLR 负距平范围较冬季进一步扩大,夏涝年的正距平从冬季一直维持至春季。

根据以上分析可知,山东夏季旱涝前期冬春季的 OLR 特征有很大不同,差异最大区在热带西太平洋、中太平洋、东太平洋和印度洋。

3 用 OLR 做山东夏季降水预测

3.1 建立预测模型

如前所述,山东夏季旱涝前期,热带太平洋、印度洋上空的 OLR 出现明显异常,这就为旱涝的预测提供了新的线索。我们将热带太平洋、印度洋分为 4 个区域(印度洋: $32.5^{\circ}\text{N}\sim 32.5^{\circ}\text{S}$ 、 $40^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$,西太平洋 $32.5^{\circ}\text{N}\sim 32.5^{\circ}\text{S}$ 、 $110^{\circ}\sim 170^{\circ}\text{E}$,中太平洋: $32.5^{\circ}\text{N}\sim 32.5^{\circ}\text{S}$ 、 $170^{\circ}\text{E}\sim 130^{\circ}\text{W}$,东太平洋: $32.5^{\circ}\text{N}\sim 32.5^{\circ}\text{S}$ 、 $130^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{W}$)。利用 EOF-CCA 方法建立用冬春季 OLR 预测当年夏季降水的模型。EOF-CCA 模型是应用自然函数正交分解(EOF)和典型相关分析(CCA)两种方法建立一种统计预测模型,它既考虑现象联系,又考虑成因特征,能很好的表示两个场之间的整体相关性。关于 EOF-CCA 方法在文献[8]中已有简单介绍,在此不做详述。

降雨量用山东 38 个测站资料,考虑区域地理特点和业务应用,将 38 个站分成 10 个区(图略)。

3.2 预测结果分析

分别利用 1979~1996 年热带 4 洋区 1 月、4 月 OLR 资料建模,做当年夏季山东 10 个区降水量预测,预测年份为 1997、1998 年。以距平符号检验为标准,符号一致算对,符号不同时,雨量相差 20% 以内算对,表 2 给出了预测准确率。结果表明,用印度洋 OLR 做山东夏季降水预测,正确率 1 月为 12/20,4 月为 17/20;用东太平洋 OLR 做山东夏季降水预测,正确率 1 月为 13/20,4 月为 14/20;用西太平洋 OLR 做山东夏季降水预测,正确率 4 月为 18/20。其他模型预测结果不理想。由表 2 可以看出,用 4 月份 OLR 场的预报模型,效果明显好于用 1 月份 OLR 的预报模型,特别是 4 月份西太平洋、印度洋模

型具有预报效果稳定、预报精度较高的特点。

蒋尚城^[9]指出,热带地区 OLR 包含了海气相互作用的信息,本文用 OLR 做降水预测,在一定程度上体现了海气相互作用与降水的关系。西太平洋暖池上空对流活动与我国东部地区夏季降水的关系,文献[4]中已有充分说明。热带印度洋海气相互作用与山东夏季降水的关系,张苏平等^[10]用奇异值向量分解的方法进行的研究,发现春季印度洋与山东夏季降水相关显著。热带西印度洋区域 1000hPa 风向赤道区域异常辐合、并伴随出现正海表温度异常的年份,山东夏季降水往往偏少,反之偏多。进一步分析表明,热带印度洋 1000hPa 西风和向西海表温度梯度的减弱,与山东夏季干旱的区域差异有关。因此,用热带西太平洋和热带印度洋的 OLR 预测山东夏季降水,有较明确的物理意义,模型预测结果进一步验证了文献[4, 10]的结论。

表 1 用 OLR 作山东夏季降水预测准确率

	1997	1998	合计
1 月印度洋	10/10*	2/10	12/20
4 月印度洋	8/10	9/10	17/20
1 月东太平洋	9/10	4/10	13/20
4 月东太平洋	9/10	5/10	14/20
4 月西太平洋	10/10	8/10	18/20

* 预报正确的区数/预报区总数

4 小结

通过以上分析,可以得到如下几点结论:

①山东虽然地处中纬度,但夏季降水与热带地区的对流活动密切相关,这种相关性甚至可以追踪到南半球,而且信号比较明显,为山东夏季降水预测提供了新的途径。

②山东夏季旱涝年前期冬、春季,热带印度洋、太平洋的 OLR 特征有明显不同。涝夏年,热带西太平洋、印度洋洋面多为 OLR 负距平,对流活动加强,旱夏年反之,多为正距平,对流活动减弱。涝夏年热带中太平洋强对流区偏西,旱夏年偏东。涝夏年东太平洋为 OLR 正距平,旱夏年为负距平。上述特征从冬季至春季一直维持或有加强。

③用前期 1 月、4 月 OLR 资料,用 EOF-CCA 方法建立预测模型,结果表明,用 4 月热带西太平洋、印度洋 OLR 建立的模型预报能力较强,预报效果比较稳定。该预报结果进一步验证了热带印度洋、西太平洋的对

流活动与山东夏季的降水关系密切。

④目前 OLR 月平均资料可从 Internet 下载, 4 月份的资料 5 月初可以得到, 因此, 该模型可以用于预报业务。

参考文献

- 1 杨洪昌等. 山东省中长期天气预报研究文集, 北京: 气象出版社, 1990. 9.
- 2 张苏平, 朱平盛, 胡桂芳. 山东夏季降水与北太平洋 SST 和大气环流的关系, 气象, 1997, 23 (4): 3~8.
- 3 张苏平, 胡桂芳, 朱平盛. 山东夏季旱涝年 SST 特征及预报试验. 96-908-05 课题 1997 年会文集.
- 4 叶笃正, 黄荣辉等. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究. 济南: 山东科学技术出版社. 20~34.
- 5 蒋尚城. 气象卫星观测对长江流域旱涝的诊断研究. 科学通报, 1992, 37 (19): 1779~1781.
- 6 张苏平, 朱平盛, 蒋尚城. 华北夏季旱涝年 OLR 特征及季内变化. 卫星气象学术和应用服务技术交流会文集, 1997.
- 7 陈隆勋等. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991.
- 8 张苏平, 胡桂芳. OLR 与降水关系的区域差异及山东夏季降水估计, 待发表.
- 9 蒋尚城, 朱亚芬. OLR 的应用和图集. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- 10 张苏平, 李丽平, 程亚军, 王盘兴. 山东夏季降水与热带海气相互作用区域特征的相关分析. 南京气象学院学报, 待发表.

The Relationship between OLR in Tropical Ocean Areas and Summer Rainfall in Shandong and Its Forecast

Zhang Suping Hu Guifang

(Shandong Meteorological Institute, Jinan 250031)

Abstract

On the basis of the classification of rainy or dry summer, monthly OLR data, observed by NOAA satellite, were used to analyze the convective differences of rainy and dry summer. It is found that the negative anomaly is dominant in winter and spring before wet summer, while the positive anomaly is mainly appeared previous to dry summer in tropical ocean areas. Forecast models were established by using OLR in Jan. and Apr. in four tropical ocean areas, and the models based on Apr. OLR in the tropical west Pacific and the Indian Ocean show better ability of prediction.

Key Words: OLR summer rainfall precipitation prediction