第29卷 第1期 气 象 科 学 Vol. 29, No. 1
2009年2月 SCIENTIA METEOROLOGICA SINICA Feb., 2009

李君,郜庆国,韩国泳,等. 山东伏期旱涝特征与大气环流异常. 气象科学,2009,29(1):106-109

山东伏期旱涝特征与大气环流异常

李 君[1] 郜庆国[2] 韩国泳[1] 高留喜[3]

(1 山东省淄博市气象局,山东 淄博 255048)(2 山东省临沂市气象局,山东 临沂 266003)(3 山东省气象局,济南 250000)

摘 要 以山东75个观测站伏期降水资料(1959—2005年)分析得到山东伏期旱涝在演变趋势有其独特性;500 hPa高度场距平分析表明,在中高纬尤其是贝加尔湖地区大气环流的异常对山东伏期的严重旱涝和洪涝形成起着重要作用;500 hPa高度距平场的EOF分析进一步证明,山东上游蒙古地区的冷空气活动和副高的强度是500 hPa高度场上影响山东伏期旱涝的两个最主要因子。

关键词 伏期旱涝 环流异常 EOF

分类号 P426.616 **文献标识码** A

Characteristic of rainfall in mid-summer over Shandong province and its relationship with anomalous atmospheric circulation

Li Jun[1] **Tai Qingguo**[2] **Han Guoyong**[1] **Gao Liuxi**[3]

(1 *Zibo Meteorological Bureau, Shandong Zibo* 255048, *China*) (2 *Linyi Meteorological Bureau, Shandong Linyi* 255048, *China*)

(3 *Shandong Meteorological Bureau, Jinan* 250000, *China*)

Abstract Based on the rainfall data in mid-summer in Shandong, it is found that the flood and drought years are distinguished each other with Z index. There are common characters in mid-summer and the whole year, at the same time differences are found in mid-summer . Anomaly of the atmospheric circulation in the Lake Baikal region plays a very important role in the serious drought and flood in mid-summer in Shandong . We obtain the two most important patterns in 500hPa by EOF, which are the patterns of westerlies and subtropical high.

Key words Flood and drought of mid-summer Anomalous circulation EOF

引 言

伏期(我国农历中所规定的夏季常年相对最热的时段。从夏至后第三个庚日开始,到立秋后的第一个庚日后10 d止。本文统一取7月11日—8月20日,共41 d)时间虽短,却是夏季降水最集中时段,是直接影响山东省全年旱涝的关键时期。

本文以伏期降水的Z指数时间序列为基础,划分伏期旱涝等级,评定了伏期极端旱涝年,利用最大熵谱分析方法,分析伏期降水指数序列,发现山东伏期降水指数序列的两个显著周期。与华北夏季和山东年降水的演变特征进行比较,发现山东伏期降水在演变趋势上有其独特性,本文用EOF方法研究山东伏期旱涝与大气环流异常的关系,寻找影响伏期旱涝的大气环流因子。

1 山东伏期旱涝的气候变化

以指数序列为基础,绘制了全年和伏期旱涝等级指数的年际演变图(图1)。1959—2005年年降水的变化(图1a)分为四个阶段:1960s前期洪涝年的多发时段;1960s中期到1970s中期,旱涝交替;1970s后期到1980s末,干旱严重,极端干旱频频出

收稿日期:2006-02-25;**修改稿日期**:2007-04-21

基金项目:山东省气象局气象科学研究项目重点课题

第一作者简介:李君(1968-),女,山东淄博,高工,硕士,主要从事短期气候预测和短期天气研究工作

现；1990s 后干旱仍然占优势，但洪涝年开始增多，特别是 2000 年后连续出现 3 个洪涝年，其中有 1 个极端涝年，表现出向多雨阶段转变的趋势。伏期降水的年际变化（图 1a）主要分为三个阶段：1960s 前期到 1970s 中期，洪涝多发，1959—2005 年期间伏期所有的特涝年都出现在这个时期，为多雨阶段；1970s 后期到 1980s 末，以干旱为主，几乎没有雨涝，为少雨阶段；1990s 旱涝出现的群发性特点不明显，洪涝和干旱交替出现，洪涝出现的次数略多于干旱，为半多雨阶段，虽未出现极端洪涝，却具有较年降水更明显的向多雨阶段转变的趋势。个别年份差异较大，如 1959、1986、1988 和 2003 年 Z 指数等级差别大于等于 4，因此伏期与年旱涝等级及其演变特征并不完全一致。

研究结果[1-6]表明，1960s 从非洲撒哈拉经中东、印度、巴基斯坦到我国北部一带存在一个同时的干湿变化。我国夏季降水在 1965 年前后发生了一次气候跃变，华北地区从 1965 年起夏季降水明显减少，干旱化的趋势明显。山东的伏期降水年、年降水是否也存在这种趋势呢？本文采用 Yamamoto 法[7]检验了 1959—2005 年山东伏期降水指数序列。计

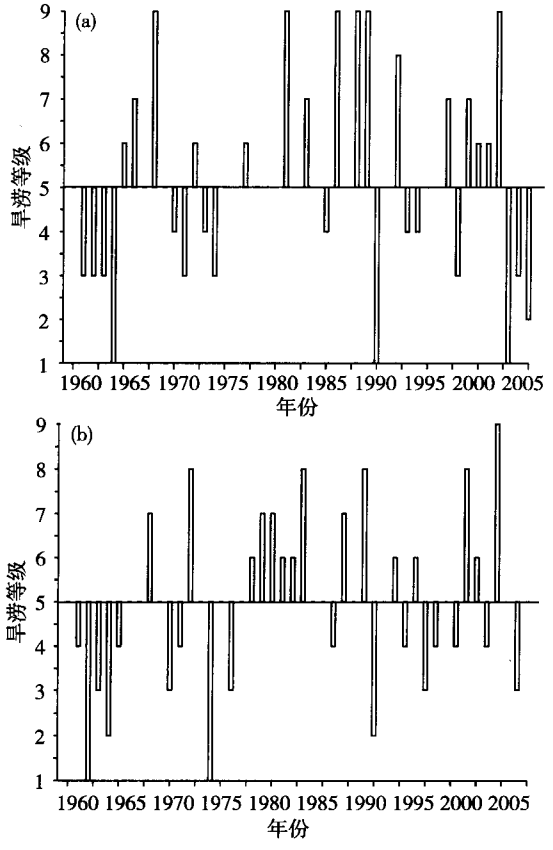


图 1　山东省旱涝等级指数（当旱涝指数为 5 时为正常年，图中无显示）的演变图（a）全年；（b）伏期

Fig. 1　The change of Z index in Shandong (a) whole year; (b) mid-summer

算结果表明，伏期降水在 1977 年前、后两个时段的均值存在显著性差异，检验都达到 99% 以上信度的水平，即山东伏期降水在 1977 年发生了突变，从多雨期转入少雨期。山东年、夏季降水的计算结果则与华北地区相同，在 1965 年前后发生突变，这进一步表明山东伏期降水具有其独特性。

利用最大熵谱分析[7-10]方法，分析伏期降水指数序列，结果表明，山东伏期降水指数存在两个明显的峰值，最高峰对应在 10.5a 周期，次峰值对应 2.47a 周期（图 2），其中的准两年振荡与华北地区相似。

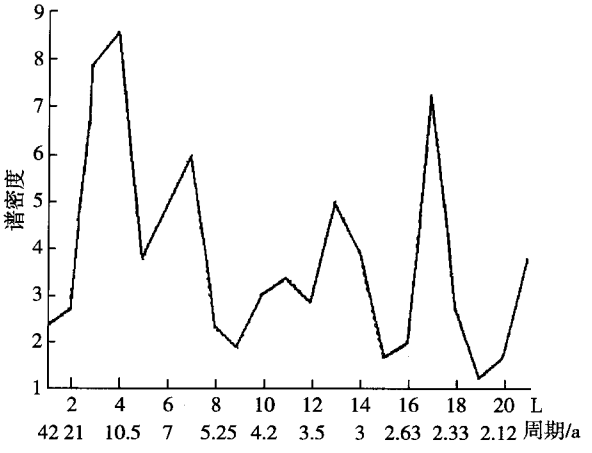


图 2　山东伏期降水指数的最大熵谱谱密度图

Fig. 2　Maximum entropy density of Z index in mid-summer in Shandong

2　山东伏期旱涝与大气环流异常

大气环流异常是造成气候异常的直接原因。山东伏期旱涝与大气环流异常的关系如何呢？我们从能反映大气环流状态的500 hPa高度场入手，分析500 hPa高度场的异常与山东伏期旱涝的关系。

2.1　山东伏期旱涝年500 hPa平均距平场特征

图 3 给出山东伏期干旱和洪涝年同期的500 hPa高度距平图。在山东伏期干旱（图 3a）的年份，500 hPa中高纬度从贝加尔湖周围地区向南到我国的华北地区是大范围的西风带高压脊控制，呈阻塞形势，山东上空为高压脊后部的西北气流，干旱少雨。在山东伏期洪涝（图 3b）的年份，500 hPa中高纬度从贝加尔湖地区向南到我国的西北、华北地区为低压槽区，呈现出东高西低的形势，山东处于低压槽前的西南气流中，十分有利于降水的产生。

2.2　山东伏期旱涝年 500 hPa 距平场的 EOF 分析

2.2.1　特征向量的空间分布

用 EOF 方法对山东伏期旱涝年500 hPa高度距

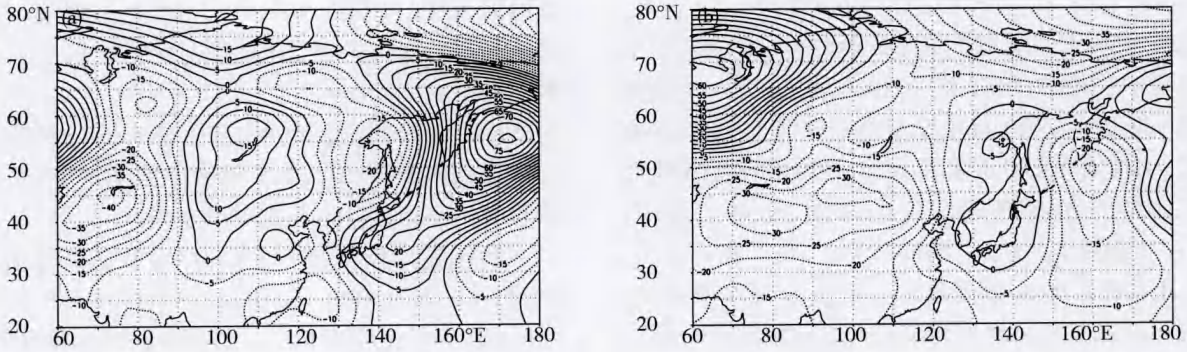


图3 旱涝年同期500 hPa高度距平场(a)干旱;(b)洪涝

Fig. 3 The anomaly high field at 500hPa in mid-summer in Shandong(a) drought;(b) flood

平场进行分解[11-12],确定山东伏期旱涝的基本环流型。前3个特征向量的累积方差贡献超过89%,第4个及其以后的特征向量累计方差贡献不足11%,说明影响伏期降水的因素主要是前三个,第四个之后的贡献很小,因此可以用前三个特征向量描述山东伏期旱涝主要的空间分布形势。

第一特征向量可以解释总方差的77%(图4a),此特征向量的各分量均为同一符号,说明此区域的高度距平变化趋势基本一致,其中巴尔喀什湖东南的广大地区为大值区,中心在(45 °N,100 °E)附近,表明此区域是影响山东伏期旱涝的主要振荡源[7],地理位置对应山东上游的蒙古地区,这是影响山东的西风带冷空气的重要源地,所以第一特征向量物理意义与蒙古地区冷空气活动的强弱变化有关,可以简称为西风槽分布型,是500 hPa高度场上影响山东伏期旱涝的第一要素。

第二特征向量解释总方差的8%(图4b),这个特征向量除贝加尔湖以东为负,其余的各分量大部为正,中心在(25 °N,130 °E)附近的东南沿海,此区域是影响山东伏期旱涝的第二振荡源,位置位于伏期副热带高压的控制区域,因此第二特征向量的物理意义与副高的强弱有关,简称为副高分布型,是500 hPa高度场上影响山东伏期旱涝的第二要素。

第三特征向量解释总方差的4%(图4c),它的分布呈现正、负两个区域,正值区从巴尔喀什湖向南至整个印度半岛,中心在印度半岛的北部;负值区包括蒙古中东部,我国西北大部、华北、东北,东至日本,中心在东北北部。这一特征向量代表正负区域高度距平趋势相反的分布形势,说明在山东伏期旱涝年500 hPa高度场存在振幅相反的两个振荡中心,反映冷暖空气在山东交汇的锋区强度,简称锋区强度型,是影响山东伏期旱涝的第三要素。

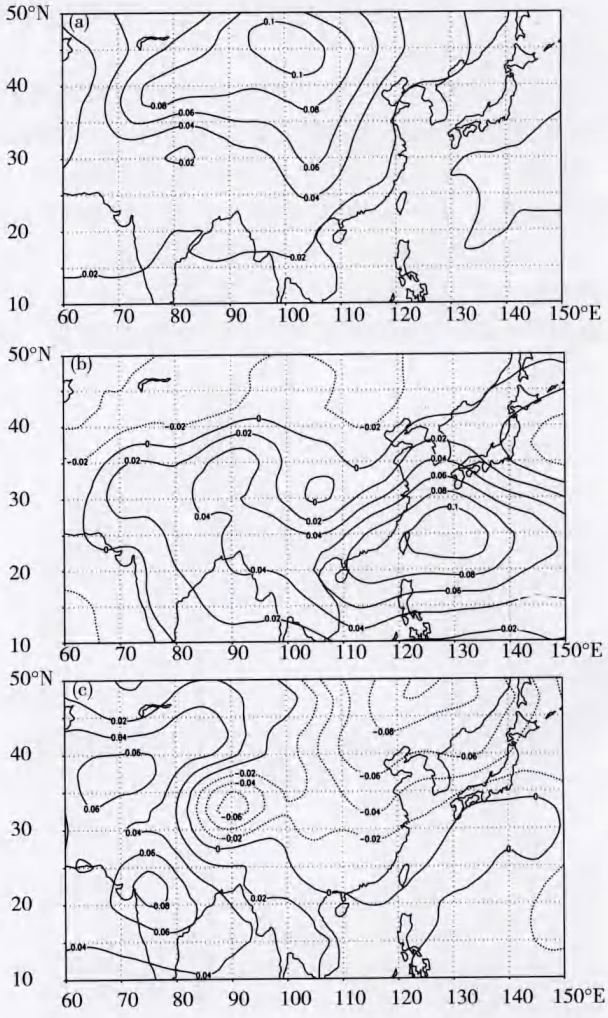


图4 山东伏期旱涝年500 hPa高度距平场EOF分解特征向量空间分布(a,b,c分别为第1,2,3特征向量)

Fig. 4 The distribution of EOF eigenvector in the high field at 500 hPa in mid - summer in Shandong

2.2.2 时间系数的变化趋势

在研究时间系数的变化时,发现第一特征向量对应的时间系数与伏期旱涝年指数有较好的相关

性，相关系数达到0.608。时间系数绝对值大，代表西风带分布型显著，500 hPa高度场上蒙古地区异常偏高（或偏低），山东上游为高压脊（低压槽）控制，此时山东多干旱少雨（洪涝多雨），则旱涝指数越大（小），对应着伏期干旱（洪涝）。时间系数绝对值小时，说明第一特征向量分布型不明显，500 hPa高度场蒙古地区接近常年，干旱洪涝不明显。

第二特征向量对应的时间系数与副高西脊点位置的相关系数达到 -0.69，因此可以确定第二特征向量代表了副高对伏期旱涝的影响，它与伏期旱涝年指数的相关系数为0.354。副高过强或过弱都可以造成山东伏期的干旱，这可能是造成第二特征向量与伏期旱涝相关不大的主要原因之一。副高在什么位置时对山东伏期的降水最有利呢？因此将伏期平均脊点和脊线位置与伏期的旱涝指数关系作了进一步分析[13]。图5是1959—2005年间山东伏期副高平均西脊点、脊线位置与旱涝指数分布关系。从图中清楚地显示，当副高平均西脊点和平均脊线位置位于图中所划区域内时（以120 °E为界，有两个相对集中的区域），对山东伏期的降水极为有利，多洪涝（13/14 =93%）；当副高的平均西脊点、脊线在这个范围以外时，多为正常和干旱（31/33 =94%）。

副高第三特征向量的方差贡献很小，它与旱涝指数的相关系数也非常小，因此它对山东伏期旱涝的作用不大，它与亚洲环流指数和副高面积指数的相关系数都接近于0.50，可以推断锋区强度型仍与西风带冷空气和副高有关。

3　结　论

（1）伏期降水是影响山东省全年旱涝的关键，其演变趋势特点与山东全年、华北夏季旱涝相似，又具有独特性。1990s之后，较年降水更明显的向多雨阶段转变的趋势；经气候突变检验，山东伏期旱涝指数序列的突变也与华北有所不同；指数序列存在10.5a和2.47a的显著周期。

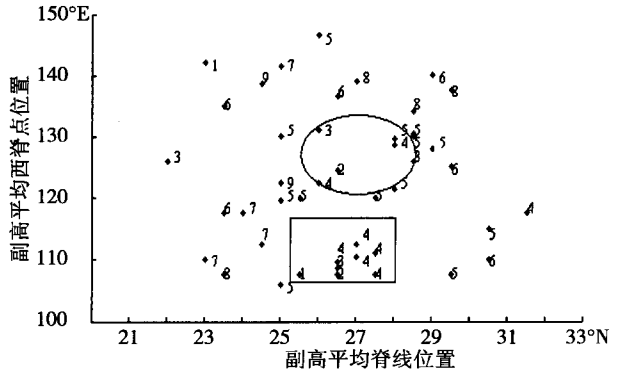


图5　山东伏期副高平均位置与旱涝指数分布关系

Fig. 5　The relationship between the location of subtropical high and flood/drought index

（2）对500 hPa距平场分析发现，伏期严重旱涝年对应的中高纬度环流存在明显的异常，尤其是贝加尔湖地区位势的高低对山东的伏期旱涝的形成起着重要作用，异常的高压（低压）有利于山东伏期干旱（洪涝）的形成。

（3）用EOF分解的方法得到山东伏期500 hPa的两种主要分布型：西风带分布型和副高分布型，进一步证明西风带冷空气和副高是500 hPa高度场上影响山东伏期旱涝的两个最主要的环流因子。与副高关系的进一步分析表明，当副高平均西脊点和平均脊线位置在一个以120 °E为界、以27 °N为中心的两个相对集中区域内时，对山东伏期的降水极为有利，多洪涝；当副高的平均西脊点、脊线在这个范围以外时，多正常年和干旱发生。第三种分布型反映代表冷暖空气在山东交汇的锋区强度，对伏期旱涝影响不大。

参　考　文　献

[1] 孙安健，高波. 华北平原地区夏季严重旱涝特征诊断分析. 大气科学，2000，24(3)：393-402.

[2] 魏凤英，曹鸿兴. 华北干旱异常的地域特征. 应用气象学报，1998，13(2)：205-212.

[3] 黄荣辉，徐予红，周连童. 我国夏季降水的年代际变化际华北干旱化趋势. 高原气象，1999，18(4)：465-476.

[4] 龚强，汪宏宇，王盘兴，等. 东北夏季降水年代际、年际变化的区域差别. 气象科学，2007，27(6)：672-678.

[5] 郑彬，施能. 南海夏季风对华南夏季降水年代际变化的影响. 南京气象学院学报，2006，29(4)：477-483.

[6] 刘芸芸，何金海，王谦谦. 新疆地区夏季降水异常的时空特征及环流分析. 南京气象学院学报，2006，29(1)：24-32.

[7] Yamamoto R，et al.. An estimate of climate noise. J. Meteor. Soc. Japan，1985：63.

[8] 鱼景善，王国强，刘昌明. 基于GIS和最大熵谱原理的降水周期分析方法. 气象科学，2004，24(3)：278-283.

[9] 徐群. 近46年江淮下游梅雨期的划分和演变特征. 气象科学，1998，18(4)：316-329.

[10] 徐群，杨秋明. 论突破季度气候预测难题的可行性. 气象科学，2008，28(2)：119-123.

[11] 丁裕国，梁建茵，刘吉峰. EOF/PCA诊断气象变量场问题的新探讨. 大气科学，2005，29(2)：307-313.

[12] 陶玫，吕军，于波. 江苏夏季旱涝环流演变特征分析. 气象科学，2008，28(1)：85-89.

[13] 刘飞，何金海，姜爱军. 亚洲夏季西风指数与中国夏季降水的关系. 南京气象学院学报，2006，29(4)：517-525.