

于群, 黄菲, 王启, 等. 山东雨季季内降水分型及旱涝并存与急转——气候特征[J]. 热带气象学报, 2011, 27(5): 690-696.

文章编号: 1004-4965(2011)05-0690-07

山东雨季季内降水分型及旱涝并存与急转

——气候特征

于群^{1,2}, 黄菲¹, 王启¹, 龚佃利³, 郑明奎⁴

(1. 中国海洋大学海洋-大气相互作用与气候实验室(OAC), 山东 青岛 266100; 2. 山东省气象信息中心, 山东 济南 250031;
3. 山东省人工影响天气办公室, 山东 济南 250031; 4. 山东省气象局, 山东 济南 250031)

摘 要: 采用 1965—2007 年山东省地面测站的逐日降水量和同期 NCEP 日平均再分析资料, 运用统计学方法, 探讨了季内降水分型、季节内振荡及旱涝突变的气候特征。结果表明, 主要分为全省一致 I、东西反相 II、南北反相 III 三种类型。他们的季内旱涝急转显示了典型的气候意义, I 型在 6 月下旬旱涝急转、8 月中旬后期和 9 月初涝旱急转, 与山东“夏季”雨季开始、结束时间的关键期是一致的。分型不仅限于山东, 而是有着更广的旱涝区域。当 I 型正相位时 500 hPa 高度场对应亚欧-北太平洋中高纬度为正距平, II 型表现出西北太平洋西岸的 PJ 波列, III 型对应着从西太沿岸-美洲西岸的类 PNA 型遥相关。

关键词: 气候学; 降水特征; EOF; 旱涝并存与急转; 气候季节内振荡(CISO); 山东

中图分类号: P426.6

文献标识码: A

Doi: 10.3969/j.issn.1004-4965.2011.05.009

1 引 言

中国东部降水为典型的季风降水, 雨带随夏季风季节性推进而从南向北相继出现^[1-2]。在江淮梅雨和华北雨季的更替过程中, 由于山东特殊的地理位置, 降水有其独特规律。山东地处华北平原、江淮平原之间, 山东半岛伸入渤海, 海岸线超过 3 000 km, 又是农业大省, 降水旱涝特征及形成机制一直备受关注。以往的研究往往关注夏季主汛期^[3-6]和春、秋季的降水分析^[7-8], 但基本上都是对降水年际变化规律的研究。而降水的强季节性使得降水量分布高度集中且时空不均匀, 年内(或季内)旱涝交替的现象非常普遍, 如前旱后涝, 前涝后旱, 两头旱中间涝等。有关季内旱涝分布、振荡特征的研究较少见, 对其特征及规律的认识还远远不够。

季风活动存在明显的季节内振荡, Wang 等^[9]提出了气候季节内振荡(CISO)这一概念, 指出气

候低频振荡对夏季风有调制作用。王遵娅等^[10]进一步指出 CISO 对我国东部雨季的持续和推进具有明显的调制作用。黄菲等^[11]也认为 CISO 存在于中国降水的变化中。“旱涝急转”是指前期持续偏旱, 接着因一场暴雨以上的强降水或雨量较大的连阴雨致使迅速转旱为涝的天气过程^[12]。文献^[13-14]认为“旱涝并存”实际是由不同周期尺度的“旱涝急转”所构成, 并指出“旱涝并存、旱涝急转”是降水季内变化的突出表现。综观上述定义, 强调了季内时间上的旱涝更替, 鉴于旱涝异常变化的时间、空间分布对国民生产、生活有重大影响, 我们定义“旱涝并存”包括时空两方面的变化, 既指空间上的并存又指季节内不同时间段的旱涝并存; “旱涝急转”同样如此, 但它更强调时间上的突变性。本文分析了气候态山东季内旱涝分型和旱涝并存、急转及低频振荡特征。由于旱涝与东亚季风、海温、大气遥相关都有密切联系, 故进一步讨论了季内旱涝分型与大气环

收稿日期: 2009-12-16; 修订日期: 2010-03-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(40975038); 国家重点基础研究发展计划(2005CB422301); 山东省气象局重点课题(2009sdqxz11)共同资助

通讯作者: 黄菲, 女, 陕西省人, 教授, 博士, 研究方向: 海气相互作用与气候。E-mail: huangf@ouc.edu.cn

流异常关系。文中旱涝特性侧重考虑降水量。

2 资料与方法

2.1 资料来源

111 个地面测站 1965—2007 年逐日降水资料, 来源于山东省气象信息中心。同期 NCEP 逐日平均再分析资料, 包括 500 hPa 位势高度场、垂直速度; 850 hPa 位势高度场、风场等, 空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 经纬度格距。

2.2 数据处理与分析方法

对 1965—2007 年气候平均的逐日降水量进行 3 d 滑动平均处理, 再做时间上的谐波分析^[15], 去掉 0 波(气候平均日降水量)、1 波(周期 365 d 的年循环), 即滤掉降水的平均值和年变化。对各测站此序列做 EOF 分解^[16], 得到年内、特别是季内尺度旱涝主模态。采用功率谱^[17]、小波分析^[18]揭示各型时间序列的周期特征。功率谱以傅里叶变换为基础进行频域分析, 小波分析较傅里叶变换的优势在时域和频域上同时具有良好的局部化性质。用小波理论研究某一具体问题, 必须选择一个确定的基本小波母函数, Mexican hat 母函数型的小波变换用于判别气候变化不同尺度下的突变点, 具有严格数理意义^[18]。滑动 t 检验^[16]通过分析两组样本值的差异是否达到显著来检验突变是否发生, 为避免选择子序列时段的人为性, 取不同时段 7、10、15 d。利用 500、850 hPa 位势高度、风、垂直速度的多年逐日平均场进行回归分析, 即分析环流因子关于时间序列的回归系数, 讨论各主模态下大尺度环流的异常特征。

3 降水的时空特征

经统计, 多年平均年降水量为 649.7 mm, 日平均值为 1.8 mm。降水量夏季 6—8 月占年总量的 63%, 其中 7—8 月占 50%; 春秋季节次之(表 1)。5—9 月占全年 80%, 日平均值为 3.4 mm, 即降水集中在夏半年, 晚春至初秋这一多降水时段更值得关注, 我国东部的季风降雨也集中于这一时期。与山东通常的夏季雨季定义^[19]不同, 我们将 5—9 月视为山东雨季, 显然这一阶段的降水与夏

季风活动密切相关。对 5—9 月逐日降水 EOF 展开, 与对全年 365 d 样本的结果极为相似, 充分反映了雨季降水的决定性作用。

表 1 山东 1965—2007 年气候平均各月降水量及百分比

月份	1	2	3	4	5	6
降水量 /mm	7.5	11.0	17.3	32.0	47.2	81.5
百分比/%	1.1	1.7	2.7	4.9	7.3	12.6
月份	7	8	9	10	11	12
降水量 /mm	176.7	148.2	64.8	35.3	18.6	9.4
百分比/%	27.2	22.8	10.0	5.4	2.9	1.4

多年平均的年降水变化为单峰型, 冬旱夏涝, 谐波分析表明第一谐波方差拟合贡献占 68.7%。由 1 波曲线(图 1)可知, 4 月中旬—10 月中旬为夏涝时段(称之为夏半年雨季), 10 月下旬—次年 4 月上旬为冬旱时段。滤掉 0 波和 1 波后基本上反映了偏离年循环的气候异常变化, 呈双峰型, 5—6 月中旬、9—10 月初为波谷, 6 月下旬—8 月底为主波峰, 1、2 月为次波峰, 即夏半年雨季降水时段相对较短且集中, 主要发生在 7—8 月, 而主汛期前、后的 4 月中—6 月下旬和 9 月—10 月中旬则为相对干旱时段。滤波曲线还可看出夏半年降水相比冬半年存在更明显的季节内振荡, 而且振幅起伏较大, 最大值在夏季; 冬半年振幅较小, 基本上平稳, 高频振荡不明显。春季的周期较短(7~10 d)且在 5 月上旬有一次突然变化, 而秋季周期较长(准双周)且逐渐减弱。春秋季节即雨季的来临(4—5 月)和结束(9—10 月)阶段, 季节内振荡过程表现出非对称特征。降水年内异常变化具有较强的季节性。

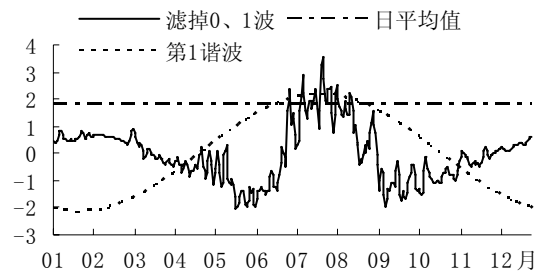


图 1 山东 1965—2007 年平均降水量年变化 单位: mm。

3.1 空间降水分型

主模态的空间分布见图 2, 第一模态方差贡献

占74.2%，全省分布为同正(负)，即全区一致I型，旱则同旱、涝则同涝。同时鲁中-鲁南中部呈现西北-东南走向的较强雨带；鲁西北、鲁西南呈从西向东增大趋势；半岛从北向南增大。第二模态占5.4%，零等值线近乎南北向从中部穿过，半岛直至鲁东南一带为负值，最低负值中心位于半岛东端，最大正值中心位于鲁西，称之东西反相型。

第三模态占4.9%，零等值线从中部呈纬向穿过，即南北反相型，低值中心位于鲁北北部和半岛东北部，高值中心位于鲁南。II、III型显示了空间上的旱涝并存，即东旱(涝)西涝(旱)或南涝(旱)北旱(涝)型。山东南北部降水分别具有江淮梅雨特征和华北雨季特点，东部受海洋影响较大，总体来说具有自身特点，不等同于华北或华东。

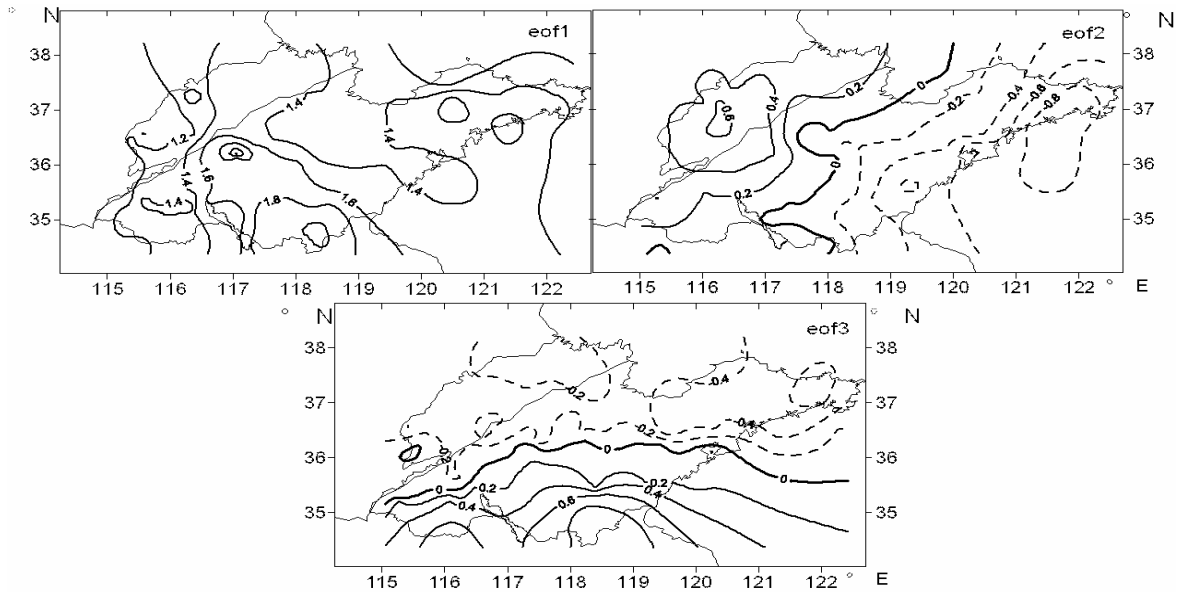


图2 山东5—9月逐日降水量 EOF 前三个模态的空间分布

3.2 时间变化特征

对应全区一致、东西、南北旱涝并存三种空间分布型，其时间序列的较大振幅主要表现在夏季(图3)。周期分析表明 CISO 对山东降水的调制作用；旱涝突变检验揭示出气候平均意义下季内旱涝急转时有发生，且与 CISO 密切相关。

3.2.1 降水的时间演变

全区一致是主要分布类型，旱涝阶段持续性较强，6月下旬—8月中旬降水偏多，8月底—9月初又有小的波峰。主汛期发生在7、8月，6月前后和9月相对干旱，符合图1的时间演变特征。

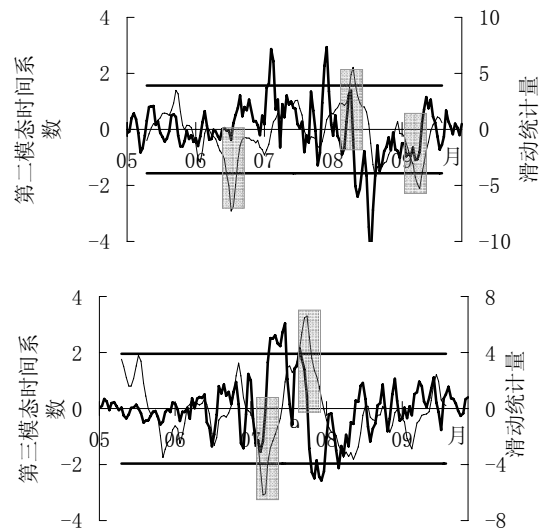
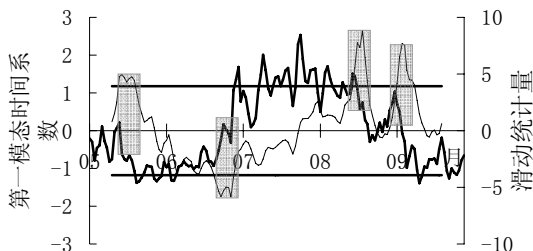


图3 山东5—9月逐日降水量 EOF 前三模态时间系数(粗曲线)、10 d 滑动 t 检验突变分析(细曲线)及 0.001 显著性检验值(直线) 灰色长柱表示突变点。

山东暴雨最多出现在7月上旬、下旬和8月中旬^[20]，与此相对应，II型7月上旬、下旬和8



月中旬降水振幅变化较大(后者振幅为负)。8月上旬起约 20 d 后时间系数陡降,意味着旱涝分布型突然转变。也就是说东旱西涝主要发生在 7 月上旬和下旬,相反情形主要发生在 8 月中旬。

III型在 6 月中旬—8 月中旬振幅较大,其中 7 月上旬后的半月内南多北少的分布较显著,之后半月反位相分布又较显著,即 8 月初前后易出现北涝南旱,而 7 月中旬则易南涝北旱。毛文书等^[21]认为,江淮梅雨期雨量大致以长江为界分为南、北两区,南区梅雨量峰值出现在 6 月第 5 候,北区出现在 7 月第 1 候。南涝北旱并存的时间演变表明其与江淮梅雨北区的变化有密切关系。

3.2.2 振荡周期

Lau^[22]强调中国东部雨带变化受季风 40 d 振荡的制约。李崇银^[23]指出华北夏季降水多雨年有

更明显的 30~60 d 振荡。功率谱分析 I 型存在较明显的季节内振荡, 30~45 d 及准 7 d 周期通过 0.05 显著性检验; II 型 7 d 周期也通过 0.05 显著性检验; III 型约 12 d (准两周) 振荡较明显(图略)。小波分析(图 4)验证了 7 d、准双周、30~60 d 季节内振荡的存在,且显示出突变特征。

第一模态主要反映 30~128 d 的年内低频振荡特征,贯穿整个夏半年雨季,准双周振荡不显著, 30~60 d 的季节内振荡在 6 月末—8 月中为正值时段,而 5 月中—6 月中和 9 月为强的负位相时段,与前面时间序列的分析吻合。II、III 型的显著振荡则表现出时段依赖性,都主要集中在 7—8 月, II 型以 2~8 d 的准 7 d 振荡为主,同时还存在较显著的低频振荡; III 型主要集中在 4~16 d 的准双周振荡和准 30 d 振荡频段。

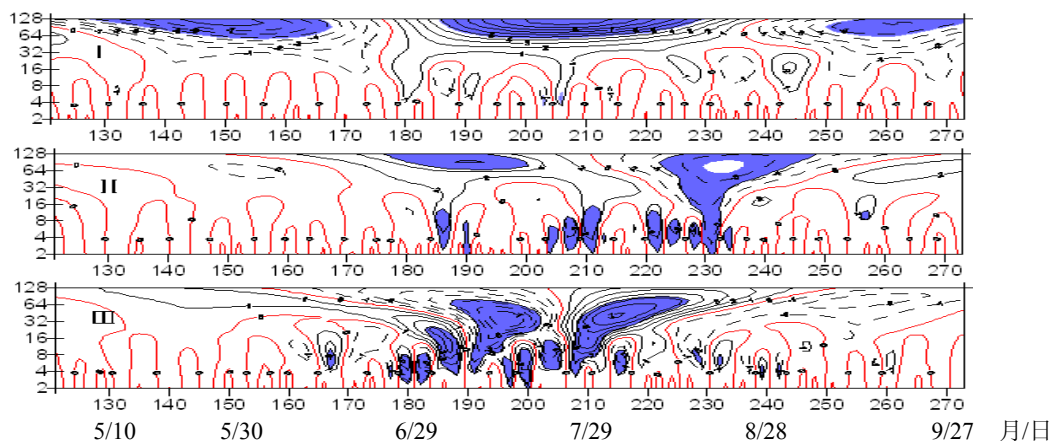


图 4 I、II、III 型时间序列 Mexican hat 型小波变换结果 阴影区为通过 0.05 显著性检验区域。

3.2.3 旱涝突变

运用滑动 t 检验方法,取 10 d 时段分析见图 3,与选用 7 d、15 d 时段基本一致(图略)。由于 CISO 的调制作用,夏半年降水有着显著的 30~60 d 季节内振荡、准双周振荡,由于不同周期尺度振荡的共同作用,导致了旱涝突变,即时间演变的旱涝急转。

对于第一模态,滑动 t 检验表明 6 月 21—28 日负值超过 0.001 显著性检验,即 6 月下旬易出现全区一致性旱转涝的突变,这与 6 月 20 日—7 月 10 日是夏季雨季开始的关键期^[19]一致。5 月 13—19 日、8 月 16—21 日、9 月 2—9 日正值超过 0.001 显著性检验。常年平均来说,南海季风于 5 月中旬爆发,副

高在 8 月下旬—9 月上旬开始南撤,中国东部雨带南退^[24],显然 8 月中旬后期、9 月上旬易出现涝转旱突变是副高进退雨带变化的结果,这两次突变与夏季雨季结束的关键期^[25]是统一的。小波分析(图 4)清楚显示了几次分叉的突变点,小波频谱图上 5 月中旬、6 月下旬和 9 月上旬出现零线。

III 型滑动 t 检验表明 6 月 15—19 日、9 月 8—10 日负值超过 0.001 显著性检验,8 月 10—12 日正值超过 0.001 显著性检验,即对于东旱西涝型,6 月中旬后期、9 月上旬后期西部易出现旱转涝突变,8 月中旬前期易出现涝转旱突变。小波分析 6 月中旬出现的零线与第一个突变点一致,山东西部 30~60 d 季节内振荡降水加强,同时伴有较高

频的天气尺度活动过程；8月中旬出现的零线与第二个突变点一致，对应半岛地区旱转涝过程。

III型的滑动 t 检验结果，7月6—8日正值超过 0.001 显著性检验，7月22—26日负值超过 0.001 显著性检验，对于南涝北旱型，南部7月上旬中期和下旬前期分别易出现旱转涝、涝转旱突变，两次突变似乎与江淮梅雨结束和峰值出现时间有关。结合小波分析，7月上旬出现的零线与第一个突变点一致，在此之前降水以准双周振荡和天气尺度过程为主，7月上旬后 30~60 d 季节内振荡显著，南涝北旱持续到7月下旬，此时出现的零线与第二个突变点一致，直到8月中旬，

旱涝反转。10 d 滑动 t 检验表明，III型 8月11—12日接近显著性检验值，而 7 d 和 15 d 的结果为超过显著性检验，即8月中旬前期南部易出现旱转涝的突变。这一突变点与小波分析III型8月中旬出现的零线一致。由此，注意到三种分型在8月中旬都有突变发生，这可能与西北太平洋副热带季风环流在8月中旬的突变有关^[24]。

4 大尺度环流配置

大气环流异常被视为天气气候异常的物理依据，分析风、压、垂直速度场关于主模态时间系数的回归(图5)。

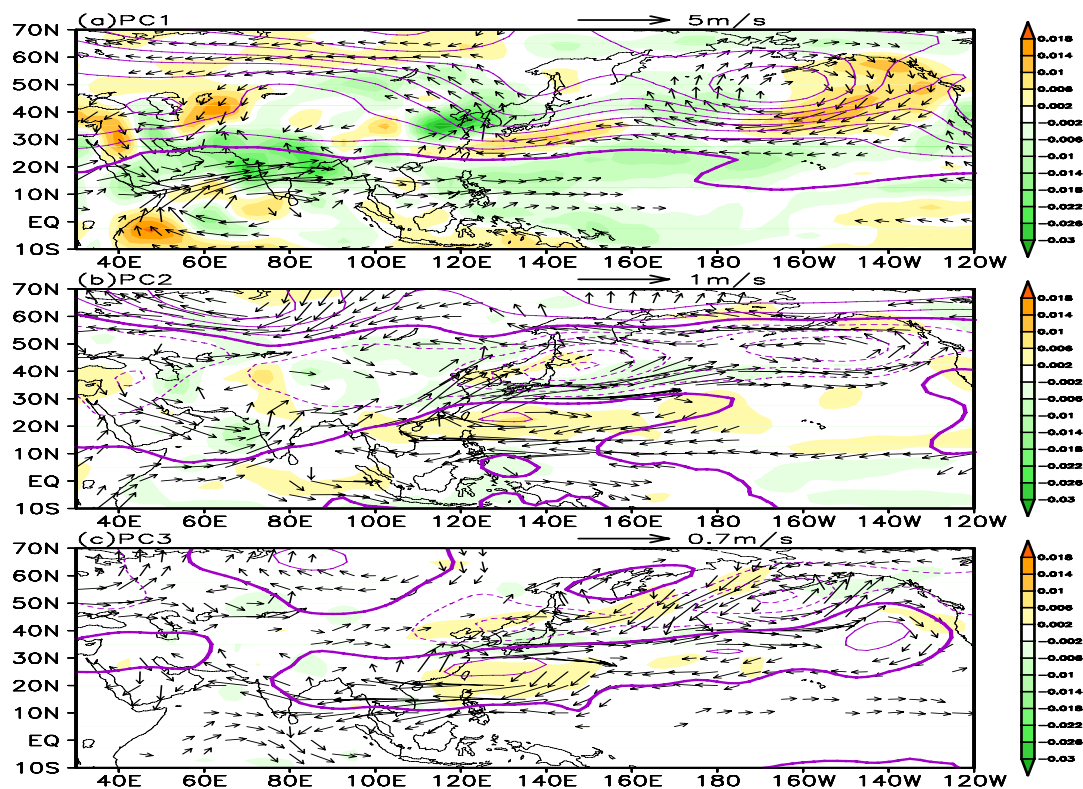


图5 多年平均 500 hPa 位势高度(gpm, 0 为粗线, 虚线为负值, 实线为正值)、垂直速度(p/s, 填色)和 850 hPa 风场 (m/s) 对前三模态 (a~c) 时间系数的回归分析
a. 等值线间隔 10 gpm; b、c. 的间隔为 3 gpm; a~c. 的 u 、 v 风速分别大于 0.6、0.2、0.1 m/s。

当 I 型时间系数出现负值对应降水偏少时，东亚沿岸出现类似冬季环流的“东亚大槽”，山东位于槽后西北气流中，相对较早；当 7、8 月份降水偏多时，中高纬 500 hPa 高度场为正距平，阿留申群岛出现正距平中心，副高偏北。850 hPa 风场，山东位于西太副高西侧气旋性环流中，有

利于降水生成，另外注意到索马里越赤道低空气流偏强，印度西南季风较强，表明一致旱涝型降水的季内变化与印度季风在季节内振荡的干湿位相上的变化是同步的。回归垂直速度场以河南、山东为中心的黄淮流域及朝鲜半岛，存在明显的上升区，即一致偏涝涉及整个华北平原和朝鲜半

岛。中国东部呈较显著的江淮流域与河套、华南反相关的旱涝分布,这与文献[26]的分析结果比较一致。

II型7月上、下旬东旱西涝较典型,位势高度场主要表现出东亚东部和西北太平洋西岸的PJ波列分布^[27-28],山东到日本东部为一显著负异常中心,南海北部-菲律宾东北部为正距平,对应850 hPa上的反气旋环流和北侧的气旋性环流,二者形成一东北-西南偶极子对。低空风场的一个显著特点是西南风异常偏大,即西南低空急流异常加强,急流西侧辐合,东侧辐散,可能是造成东旱西涝的原因。山东半岛、朝鲜半岛、日本都位于弱垂直速度的下沉区,山东西部包括我国大部以及长江中下游地区为弱上升区。

III型7月中旬南涝北旱较典型,8月初前后反之。山东北部-华北、东北地区为弱下沉区,山东南部与朝鲜半岛南部一线至长江中下游一带为弱上升区,华南又为弱下沉区,即江淮地区偏涝,华北与华南与之相反。从西北太平洋沿岸-美洲西岸出现的类PNA型^[29]遥相关分布,山东正好处于该遥相关波列西侧的正负异常之间,南侧为反气旋式位势高度正异常,北侧为位势高度负异常,二者之间主要表现为纬向风异常,850 hPa上西风零线正好水平穿过山东,使其南部为西风异常,北侧为东风异常,造成雨带的南北分布。

5 结 论

(1) 山东夏半年降水相对冬半年存在明显的季节内振荡,而且振幅起伏大,春(4—5月)、

秋(9—10月)季节内振荡表现出非对称特征,年内降水异常变化具有较强的季节性。

(2) 夏半年季内旱涝分布存在三种主模态:全区一致型、东西反相型、南北反相型,其中以I型“旱则同旱、涝则同涝”为主,II、III型东西部或南北部旱涝并存也时有出现。

(3) 夏半年降水有显著的30~60 d季节内振荡、准双周振荡,受不同周期尺度振荡的共同影响,导致了旱涝急转。I型在6月下旬存在旱涝急转,即夏季雨季开始,5月中旬、8月中旬后期、9月上旬易发生涝旱急转,后两次突变与季风雨季的结束有关。II型西部6月中旬后期、9月上旬后期易出现旱涝急转,8月中旬前期易出现涝旱急转,东部反之。III型南部7月上旬中期易出现旱涝急转,下旬前期易出现涝旱急转,北部反之。

(4) 季内旱涝变化分型对应着不同的环流形势。I型当7、8月降水偏多,中高纬500 hPa高度场为正距平,山东位于850 hPa西太副高西侧气旋性环流中。II型表现出西北太平洋西岸的PJ波列分布;西南低空急流异常加强,急流西侧辐合,东侧辐散。III型对应着从西太沿岸-美洲西岸的类PNA型遥相关分布,山东处于该遥相关波列西侧的正负异常之间,850 hPa西风零线正好水平穿过,使其南侧西风异常,北侧东风异常,造成雨带南北分布。

参 考 文 献:

- [1] LAU K M, YANG S. Climatology and interannual variability of the Southeast Asian summer monsoon[J]. *Adv Atmos Sci*, 1997, 14(2): 141-162.
- [2] TAO S Y, CHEN L X. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China/[M] *Monsoon Meteorology*. CHANG P C, KRISHMURTI T N, Eds. London: Oxford University Press, 1987: 60-92.
- [3] 卢敬华, 李国平, 薛升. 长江黄河流域上中下游汛期重旱涝的气候特征[J]. *热带气象学报*, 2002, 18(4): 262-268.
- [4] 杨士恩, 王启. 山东夏季降水的气候特征及其成因[J]. *热带气象学报*, 2007, 23(1): 65-71.
- [5] 王庆, 孙即霖, 刘诗军, 等. 大气环流异常对山东雨季降水的影响[J]. *热带气象学报*, 2008, 24(1): 81-87.
- [6] 杨晓霞, 刘厚赞, 刘梦玉, 等. 海温场与副热带高压及山东夏季降水关系分析[J]. *南京气象学院学报*, 1997, 20(2): 243-247.
- [7] 高留喜, 刘秦玉. 山东省春季旱年与涝年对应的大气环流[J]. *青岛海洋大学学报*, 2003, 33(4): 512-518.
- [8] 胡桂芳, 张璇, 顾伟宗. 与前期秋冬季热带对流活动异常相关联的东亚冬春季大气环流及山东4月降水[J]. *热带气象学报*, 2008, 24(3): 273-278.
- [9] WANG B, XU X H. Northern Hemisphere summer monsoon singularities and climatological intraseasonal oscillation[J]. *J Climate*, 1997, 10(5): 1 071-1 085.

- [10] 王遵娅, 丁一汇. 中国雨季的气候学特征[J]. 大气科学, 2008, 32(1): 1-13.
- [11] 黄菲, 黄少妮, 张旭. 中国降水季节内振荡的气候特征分析[J]. 中国海洋大学学报, 2008, 38(2): 173-177.
- [12] 王胜, 田红, 丁小俊. 淮河流域主汛期降水气候特征及“旱涝急转”现象[J]. 中国农业气象, 2009, 30(1): 31-34.
- [13] WU Z W, LI J P, HE J H, et al. Occurrence of droughts and floods during the normal summer monsoons in the mid- and lower reaches of the Yangtze River[J]. *Geophys Res Lett*, 2006, 33, L05813, doi:10.1029/2005GL024487.
- [14] WU Z W, LI J P, HE J H, et al. The large-scale atmospheric singularities and the summer long-cycle droughts-floods abrupt alternation in the middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. *Chin Sci Bull*, 2006, 51(16): 2 027-2 034.
- [15] 胡基福. 气象统计原理与方法[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1996: 213-215.
- [16] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 106-112; 57-60.
- [17] 黄嘉佑, 李黄. 气象中的谱分析[M]. 北京: 气象出版社, 1984: 13-53.
- [18] 林振山, 邓自旺. 子波气候诊断技术的研究[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 1-25.
- [19] 黎清才, 邹树峰, 张少林, 等. 山东省雨季开始标准的研究[J]. 山东气象, 2003, 23(91): 17-19.
- [20] 曹钢锋, 张善君, 朱官忠, 等. 山东天气分析与预报[M]. 北京: 气象出版社, 1988: 32-48.
- [21] 毛文书, 王谦谦, 李国平, 等. 近 50 a 江淮梅雨的区域特征[J]. 气象科学, 2008, 28(1): 68-73.
- [22] LAU K M. Seasonal and intraseasonal climatology of summer monsoonal rainfall over East Asia[J]. *Mon Wea Rev*, 1988, 116(1): 18-37.
- [23] 李崇银. 华北地区汛期降水的一个分析研究[J]. 气象学报, 1992, 50(1): 41-49.
- [24] WANG B, LIN H. Rainy Season of the Asian-Pacific Summer Monsoon[J]. *J Climate*, 2002, 15(4): 386-397.
- [25] 张少林, 邹树峰, 黎清才, 等. 山东省雨季结束标准研究[J]. 山东气象, 2004, 24(3): 10-12.
- [26] 王晓春, 吴国雄. 利用空间均匀网格对中国夏季降水异常区域特性的初步分析[J]. 气象学报, 1996, 54(3): 324-332.
- [27] NITTA T. Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation[J]. *J Meteor Soc Japan*, 1987, 65(3): 373-390.
- [28] HUANG R H, LI W J. Influence of the heat source anomaly over the western tropical Pacific on the Subtropical High over East Asia[R]. Chengdu: International Conference on the General Circulation of East Asia, 1987: 10-15.
- [29] WALLACE J M, GUTZLER D S. Teleconnections in the geopotential height field during the northern hemisphere winter[J]. *Mon Wea Rev*, 1981, 109(4): 784-812.

INTRASEASONAL PRECIPITATION PATTERNS AND COEXISTENCE OF DROUGHTS AND FLOODS AND ABRUPT ALTERNATION IN SHANDONG PROVINCE IN RAINY SEASONS

—Climatology

YU Qun^{1,2}, HUANG Fei¹, WANG Qi¹, GONG Dian-li³, ZHENG Ming-xi⁴

(1. Laboratory of Ocean-Atmosphere interaction and Climate(OAC), Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 2. Shandong Meteorological Information Center, Ji'nan 250031, China;
3. Weather Modification Office, Ji'nan 250031, China;
4. Shandong Meteorological Bureau, Ji'nan 250031, China)

Abstract: Daily precipitation data from Shandong observatories and NCEP reanalysis daily data for the period of 1965—2007 were used to conduct statistical estimation of the intra-seasonal precipitation types and coexistence of droughts and floods and abrupt alternations. The results indicate that intraseasonal precipitation types include spatial patterns of I total consistency, II east-west out-of-phase, and III north-south out-of-phase, in which the latter two types reflect spatial coexistence of droughts and floods. Type I has 30-60 d rhythms in summer half years, but type II and III have quasi-one-week and quasi-two-week oscillations, which are significant in July and August. Representative climatic events were revealed in abrupt alternations of droughts and floods for all of the three climatological types. Abrupt droughts-floods alternations in late June, late mid-August and in early September respectively correspond to the key dates of onset and end of summer monsoon precipitation. The precipitation types spread to regions outside Shandong Province, contributing to a large-scale anomalous general circulation. When Type I is positive, positive anomalies at 500-hPa geopotential heights appear in the mid-high latitudes from the Eurasia to the North Pacific. Type II exhibits PJ wave train along the west coast of Northwestern Pacific, and Type III displays a quasi-PNA teleconnection pattern from Northwestern Pacific coast to the west coast of America.

Key words: precipitation over Shandong Province; droughts-floods coexistence and abrupt alternation; climatological intraseasonal oscillation(CISO); EOF