近 37 年周村区旱涝特征分析及对农业的影响

王先芸[1],王媛媛[1],李海凤[2],朱育清[3],张秀萍[4] (1. 山东省淄博市周村区气象局,山东淄博 255300;2. 山东省莘县气象局,山东莘县 252400;3. 福建省东山县气象局,福建东山 363400;4. 甘肃省金昌市气象局,甘肃金昌 737100)

摘要 利用周村区 1979—2015 年降水资料,采用降水变率、线性趋势、滑动 t 检验等现代气候学诊断方法,分析了近 37 年来周村区降水量的月、季、年际分布特征及变化趋势,运用 Z 指标分析了周村区旱涝特征及其对农业的影响。结果表明,1979—2015 年周村区降水量呈不显著的增加趋势,春、夏、秋季降水量均呈增加趋势,冬季降水量呈略微减少趋势。周村区年降水量主要集中在 4—10 月,占全年降水量的 90%,7 月份降水量最多,1 月份降水量最少。近 37 年来周村区偏旱、偏涝年份各 11 年,正常年份 15 年。

关键词 降水量;旱涝特征;农业影响;周村区
中图分类号 S162 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2017)24 - 0194 - 03

Characteristics of Drought and Flood and Its Influence on Agriculture in Zhoucun District in Recent 37 Years

WANG Xian-yun[1], WANG Yuan-yuan[1], LI Hai-feng[2] et al (1. Zhoucun District Meteorological Bureau of Zibo City, Zibo, Shandong 255300; 2. Shenxian County Meteorological Bureau, Shenxian, Shandong 252400)

Abstract Using the precipitation data of Zhoucun District from 1979 to 2015, the month, seasonal and interannual distribution characteristics and changes trend of precipitation in Zhoucun District in recent 37 years were analyzed by using modern climatological diagnosis methods such as precipitation variability, linear trend and sliding t test. Using Z index to analyze the characteristics of drought and flood in Zhoucun District and its influence on agriculture. The results showed that the precipitation increased in Zhoucun District from 1975 to 2015, and the precipitation in spring, summer and autumn showed an increasing trend, and the precipitation in winter showed a slight decrease trend. The annual precipitation in Zhoucun District was mainly concentrated in April to October, accounting for 90% of the annual precipitation, the most precipitation in July, the least precipitation in January. Partial drought and partial floods was 11 years, respectively, normal year was 15 years in Zhoucun District in recent 37 years.

Key words Precipitation; Drought and flood characteristics; Agricultural impact; Zhoucun district

在全球变暖背景下,作为气候对人类最关键的影响因素之一——降水呈现出不同的响应。李聪等[1]研究指出,我国降水量大多呈减少趋势,但具有明显的区域特征。也有研究表明,山东省年降水量呈下降趋势[2],位于山东省中部的淄博市年降水量却呈缓慢增加趋势,增幅为 15.0 mm/10 a[3]。周村区位于山东省中部城市淄博市的西部,地势南高北低,南部多为丘陵,北部为平原,属暖温带大陆性季风气候,四季分明,雨热同季,光照充足,无霜期较长,为农业生产的发展提供了比较充足的气候资源。但由于降水量分布不均,旱涝灾害时有发生,常给国民经济建设和农业生产的发展造成严重损失。笔者利用现代气候学诊断方法,对 1979—2015 年周村区降水资料进行分析,揭示周村区降水变化规律和旱涝特征,分析其对农业的影响,以期为趋利避害和促进农业可持续发展提供参考。

1 资料与方法

利用周村区 1979—2015 年逐月、年降水量资料,采用降水变率[4]、线性趋势和滑动 t 检验[5]等现代气候学诊断方法,对周村区降水量的变化趋势进行分析,并进行显著性检验,采用 Z 指标计算公式[6]和旱涝等级划分标准(表 1)对近 37 年来周村区降水量进行旱涝特征分析,并总结对农业的影响。四季划分为春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12 月—次年 2 月)。

降水变率是表示降水量年(或季、月)际变化的一个重要指标,降水变率分为绝对变率和相对变率。降水变率大小反映降水的稳定性或可靠性。一个地区降水丰富、变率小,表明水资源利用价值高。降水变率越大,表明降水越不稳定,往往反映该地区旱涝频率较高[7]。在分析降水量长期变化时,用平均绝对变率和平均相对变率进行分析更具代表性,分别表示降水量绝对变率和相对变率的多年平均变化值。其计算公式为:

$$\text{平均绝对变率} = \frac{\sum_{1}^{n} |R_i - \bar{R}|}{n}$$

$$\text{平均相对变率} = \frac{\text{平均绝对变率}}{\bar{R}} \times 100\%$$

式中,n 为样本数,R_i 为某时段降水量,$\bar{R}$ 为该时段历年平均降水量。

表 1 Z 指标的旱涝等级划分

Table 1 Drought and flood grade division of Z indicators

Z 值 Z value	等级 Grade	类型 Type
$Z > 1.645$	1	极涝
$1.037 < Z \leqslant 1.645$	2	大涝
$0.642 < Z \leqslant 1.037$	3	偏涝
$-0.642 \leqslant Z \leqslant 0.642$	4	正常
$-1.037 \leqslant Z < -0.642$	5	偏旱
$-1.645 \leqslant Z < -1.037$	6	大旱
$Z < -1.645$	7	极旱

2 结果与分析

2.1 降水量变化特征

2.1.1 年变化。从图 1 可以看出,1979—2015 年周村区年降水量平均为 623.2 mm,年最多降水量为 972.9 mm,出现在 2004 年;年最少降水量仅为 264.4 mm,出现在 1989 年。近

作者简介 王先芸(1974—),女,山东沂源人,工程师,从事综合气象业务及管理工作。
收稿日期 2017 - 06 - 21

37 年来周村区年降水量总体上略呈缓慢增加趋势,变化趋势不显著(没有通过 α = 0.10 的显著性检验),增幅为 25.4 mm/10 a,近 37 年年降水量增加 94.0 mm。其中,降水偏多年份有 21 年,降水偏少年份有 16 年。降水偏多年份中,除 2004、1995 年分别较历年平均降水量(623.2 mm)偏多 6 成、4 成外,其余 19 年年降水量偏多范围均在 3 成以内;降水偏少年份中,除 1989、2014、2002 年分别较历年平均降水量偏少 6 成、5 成、4 成外,其余 13 年年降水量偏少范围均在 3 成以内。

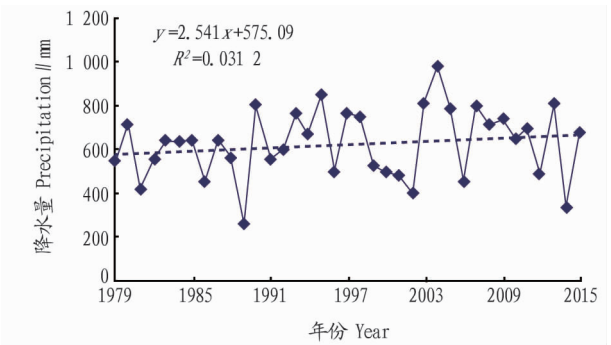


图 1　1979—2015 年周村区降水量年变化

Fig. 1　Annual change of precipitation in Zhoucun District from 1979 to 2015

2.1.2　月变化。由表 2 可见,周村区降水量以 1 月最少,其次是 12 月,分别为 5.7、8.7 mm,均占全年降水量的 1%;进入 2、3 月,降水呈增加趋势,但增加幅度不明显;4—6 月降水增加幅度变大,7 月降水量达到全年最多,为 154.9 mm;8 月降水量为全年次多,达 145.8 mm,9—11 月降水量趋于依次明显减少趋势。周村区全年降水量主要集中在 4—10 月,占全年降水量的 90%;高度集中于盛夏 7—8 月,占全年降水量的 48%,降水量分布与农作物主要生长时期的供水需求相吻合。

表 2　1979—2015 年周村区降水量的月际分布

Table 2　Monthly distribution of precipitation in Zhoucun District from 1979 to 2015　mm

月份 Month	平均 Average	最多 Most	最少 Least
1	5.7	29.6	0
2	10.6	42.1	0
3	14.8	55.0	0
4	30.3	96.4	1.5
5	54.8	128.4	7.0
6	77.7	205.6	7.1
7	154.9	413.0	25.0
8	145.8	323.2	15.2
9	64.7	166.6	0.6
10	30.7	104.0	0.4
11	24.5	130.4	0
12	8.7	32.8	0
全年 Whole year	623.2	972.9	264.4

2.1.3　季变化。从各季降水量来看,以夏季最多,为 378.4 mm,占全年降水量的 61%;秋季次之,为 119.9 mm,占全年降水量的 19%;春季降水量为 99.9 mm,占全年降水量的 16%;冬季最少,为 25.0 mm,仅占全年降水量的 4%。故周村区具有冬季雨雪稀少、春秋易旱、盛夏易涝的气候特点。

从图 2 可以看出,近 37 年周村区年降水量总体呈增加趋势主要由春、夏、秋季降水量的增加所致,变化趋势大小依次为 1.2、17.2、7.1 mm/10 a,其中,夏季降水量增加趋势最显著。冬季降水量总体变化趋势不明显,呈略微减少趋势,趋势为 −0.2 mm/10 a。

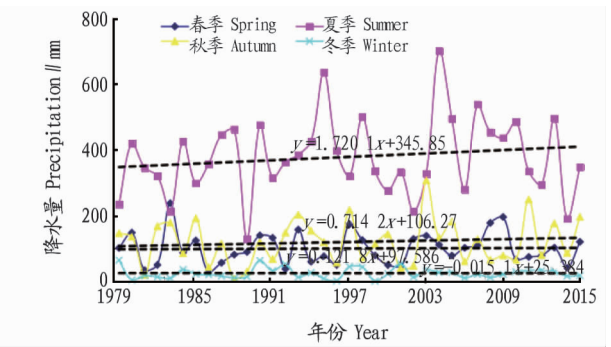


图 2　1979—2015 年周村区降水量季变化

Fig. 2　Seasonal change of precipitation in Zhoucun District from 1979 to 2015

2.2　降水变率　由表 3 可见,周村区年降水量的绝对变率为 127.0 mm,相对变率为 20%,表示年降水量的平均变幅为 ±127.0 mm,平均变化范围为 496.2 ~ 750.2 mm。从各月来看,12 月相对变率最大,为 91%,其次是 11 和 1 月,均在 80% 以上;7 月相对变率最小,为 40%,其次是 6 和 8 月,均为 45%。

表 3　1979—2015 年周村区各月降水量变率

Table 3　The variability of precipitation of each month in Zhoucun District from 1979 to 2015

月份 Month	平均绝对变率 Average absolute variance // mm	平均相对变率 Average relative variance // %
1	4.7	82
2	7.9	75
3	10.3	70
4	17.6	58
5	30.0	55
6	34.7	45
7	62.6	40
8	65.8	45
9	38.4	59
10	21.3	69
11	21.2	87
12	7.9	91
全年 Whole year	127.0	20

2.3　旱涝特征分析及其对农业的影响

2.3.1　全年旱涝分析。由表 4 ~ 5 可见,1979—2015 年周村区极涝(1 级)年份仅 1 年,出现在 2004 年,占总年份的 3%;大涝(2 级)年份有 3 年,占总年份的 8%;偏涝(3 级)年份有 7 年,占总年份的 19%;正常(4 级)年份有 15 年,占总年份的 41%;偏旱(5 级)年份有 5 年,占总年份的 14%;大旱(6 级)年份有 4 年,占总年份的 11%;极旱(7 级)年份有 2 年,占总

表 4 1979—2015 年周村区旱涝等级及类型

Table 4 The level and type of drought and flood in Zhoucun District from 1979 to 2015

年份 Year	降水量 Precipitation//mm	Z 值 Z value	等级 Grade	类型 Type	年份 Year	降水量 Precipitation//mm	Z 值 Z value	等级 Grade	类型 Type
1979	548.2	-0.506	4	正常	1998	742.4	0.755	3	偏涝
1980	708.7	0.516	4	正常	1999	528.9	-0.643	5	偏旱
1981	417.3	-1.290	6	大旱	2000	493.9	-0.847	5	偏旱
1982	552.8	-0.472	4	正常	2001	472.2	-0.984	5	偏旱
1983	639.0	0.073	4	正常	2002	402.7	-1.393	6	大旱
1984	635.0	0.039	4	正常	2003	809.6	1.232	2	大涝
1985	637.1	0.073	4	正常	2004	972.9	2.391	1	极涝
1986	450.7	-1.120	6	大旱	2005	781.6	1.028	3	偏涝
1987	633.6	0.039	4	正常	2006	453.8	-1.086	6	大旱
1988	562.9	-0.404	4	正常	2007	797.0	1.130	3	偏涝
1989	264.4	-2.211	7	极旱	2008	709.1	0.516	4	正常
1990	797.7	1.130	3	偏涝	2009	732.2	0.687	3	偏涝
1991	548.1	-0.506	4	正常	2010	647.8	0.141	4	正常
1992	600.0	-0.165	4	正常	2011	692.5	0.414	4	正常
1993	757.3	0.857	3	偏涝	2012	486.3	-0.881	5	偏旱
1994	666.3	0.244	4	正常	2013	804.3	1.164	2	大涝
1995	839.0	1.437	2	大涝	2014	335.4	-1.802	7	极旱
1996	506.6	-0.779	5	偏旱	2015	682.3	0.346	4	正常
1997	755.2	0.857	3	偏涝					

表 5 1979—2015 年周村区年、季旱涝分析

Table 5 Annual and seasonal drought and flood in Zhoucun District from 1979 to 2015

次

时段 Period	极旱 Extremely dry	大旱 Great drought	偏旱 Partial drought	正常 Normal	偏涝 Partial floods	大涝 Great floods	极涝 Extremely floods
全年 Whole year	2	4	5	15	7	3	1
春季 Spring	1	7	2	17	5	3	2
夏季 Summer	2	3	2	21	3	4	2
秋季 Autumn	2	4	6	14	6	3	2

年份的 5%,分别出现在 1989 和 2014 年。

2.3.2 春季旱涝分析及其对农业的影响。春季是周村区春播和冬小麦拔节、抽穗、灌浆期,需要良好的墒情和充足的水分供应。但春季大风天数多、气温回升快,土壤水分流失快,降水多寡会直接影响春播作物的播种进度和冬小麦的后期生长。Z 指标统计结果表明,周村区春季旱涝相当,近 37 年中各有 10 年出现了不同程度的旱灾或涝灾。从实际灾情数据来看,略偏旱或偏涝对作物的影响不大,即忽略偏旱或偏涝 2 个等级后,发现春旱的频率大于春涝,平均 4.6 年出现 1 次有影响的春旱(大旱及以上等级),平均 7.4 年出现 1 次春涝(大涝及以上等级),且春旱对农业的影响远大于春涝,特别是春旱与其他季节相连导致的长时间干旱对作物的影响更大,损失惨重。如 1981 年先遭受春旱,后遭受秋旱,同时与来年的冬、春旱相连,致使当年冬小麦出苗不全,来年小麦返青、拔节、抽穗及乳熟等各发育期均受到影响,减产严重。1986、2014 年春旱严重,导致部分春播作物凋萎枯亡,冬小麦减产。

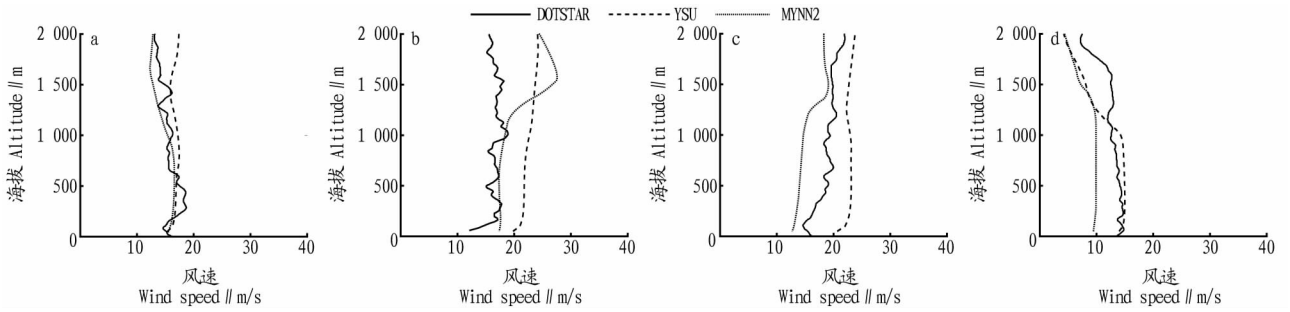
2.3.3 夏季旱涝分析及其对农业的影响。夏季是周村区降水量最为集中的时段,多数年份能够满足夏季作物生长对水分的需求。Z 指标统计结果表明,37 年中正常年份为 21 年,占 57%;有 7 年发生不同程度的旱灾,其中极旱 2 年、大旱 3 年,平均 7.4 年出现 1 次较严重的夏旱。尤其 1989 年,夏季降水量仅占历年平均降水量的 34%,特别是 7—8 月降水量仅为 52.1 mm,占历年平均降水量的 17%,加上秋季连旱,造成几十年来特大旱灾,夏玉米等农作物严重减产。2002 年 8 月降水量仅为 15.2 mm,刷新历史最小极值,对夏季作物造成严重影响。2014 年夏季降水量为历史次少年份,春夏连旱,玉米减产,有的山旱田地段甚至绝产,对农业生产造成严重损失。夏季偏涝年份有 9 年,略多于偏旱年份,其中,极涝 2 年、大涝 4 年。较严重的涝灾平均 6.2 年出现 1 次。2004、1995 年因夏季降水量明显偏多,部分农田有不同程度的内涝发生,对农作物产量有一定影响。

2.3.4 秋季旱涝分析及其对农业的影响。秋季是秋收秋种的关键时段。由于入秋后雨量骤减,周村区大部分年份仅靠自然降水不能满足冬小麦播种、出苗的要求。Z 指标统计结果表明,37 年中有 12 年出现了不同程度的秋旱,其中极旱 2 年、大旱 4 年,平均 6.2 年出现 1 次较严重的秋旱。最严重的秋旱出现在 1988 年,秋季降水量仅为 7.9 mm,加之气温偏高,造成秋播困难,造墒播种后,冬小麦出苗较差,减产严重。另有 11 年为涝年,其中,极涝 2 年、大涝 3 年,较严重的涝灾平均 7.4 年出现 1 次。如 2003 年秋季降水量达 307.3 mm,为常年降水量的 2.6 倍,造成全区多数农田内涝,冬小麦播种期推迟。

3 结论与讨论

(1)1979—2015 年周村区降水量呈不显著的增加趋势,倾向率为 25.4 mm/10 a;全年降水量主要集中在 4—10 月,占全年降水量的 90%,且高度集中于盛夏 7、8 月份,占全年降水量的 48%。全年 7 月份降水量最多,1 月份降水量最少。

(下转第 201 页)



注:a. 17 日 05:55,122.74°E、20.84°N;b. 17 日 07:27,129.45°E、17.31°N;c. 17 日 08:54,126.94°E、22.64°N;d. 17 日 09:46,125.18°E、26.01°N

Note:a. 05:55 on October 17,122.74°E,20.84°N;b. 07:27 on October 17,129.45°E,17.31°N;c. 08:54 on October 17,126.94°E,22.64°N;d. 09:46 on October 17,125.18°E,26.01°N

图 11　模拟与探空观测的风速廓线对比

Fig. 11　Comparison of simulated and observed wind speed profile

3　结论

利用 DOTSTAR 探空数据与 WRF 模式(3.8 版本),针对 1013 号超强台风“鲇鱼”开展了边界层参数化方案的数值模拟敏感性研究。结果表明,非局地 YSU 方案对于台风强度、路径、螺旋雨带、内核尺度的模拟明显优于局地 MYNN2 方案,与实际观测更加接近。对于台风外围区域边界层内部结构的模拟而言,YSU 方案模拟位温、水汽混合比、风向效果较好;YSU 方案与 MYNN2 方案对于风速的模拟没有明显优劣区别。

参考文献

[1] STULL R B. An Introduction to Boundary Layer Meteorology[M]. Berlin: Springer Science & Business Media,1988.
[2] 蔡芗宁,寿绍文,钟青. 边界层参数化方案对暴雨数值模拟的影响[J]. 南京气象学院学报,2006,29(3):364 – 370.
[3] 陈炯,王建捷. 边界层参数化方案对降水预报的影响[J]. 应用气象学报,2006,17(S1):11 – 17.
[4] 徐慧燕,朱业,刘瑞,等. 长江下游地区不同边界层参数化方案的试验研究[J]. 大气科学,2013,37(1):149 – 159.
[5] 黄文彦,沈新勇,王卫国,等. 边界层参数化方案对边界层热力和动力结构特征影响的比较[J]. 地球物理学报,2014,57(5):1399 – 1414.
[6] 刘梦娟,陈敏. BJ – RUC 系统对北京夏季边界层的预报性能评估[J]. 应用气象学报,2014,25(2):212 – 221.
[7] 黄文彦,沈新勇,王卫国,等. 边界层参数化方案对边界层热力和动力结构特征影响的比较[J]. 地球物理学报,2014,57(5):1399 – 1414.
[8] 黄文彦,吴建秋,吴晶璐,等. 多模式对美国中部草原大气边界层模拟的对比分析[J]. 干旱气象,2016,34(4):710 – 717.
[9] 杨贵成. WRF – Chem 中沙尘天气过程对模式分辨率及边界层方案的敏感性试验[J]. 安徽农业科学,2012,40(6):3462 – 3466.
[10] 王颖,隆霄,余晔,等. 复杂地形上气象场对空气质量数值模拟结果影响的研究[J]. 大气科学,2013,37(1):14 – 22.
[11] 张建海,张立波,庞盛荣. 台风“卡努”(0515)加强过程对边界层参数化方案的敏感性试验[J]. 台湾海峡,2007,26(1):26 – 35.
[12] 王晨稀. 边界层参数化影响“梅花”台风的敏感性试验[J]. 地球科学进展,2013,28(2):197 – 208.
[13] XU J,WANG Y. Sensitivity of tropical cyclone inner-core size and intensity to the radial distribution of surface entropy flux[J]. Journal of the atmospheric sciences,2010,67(6):1831 – 1852.

(上接第 196 页)

(2)近 37 年来周村区春、夏、秋季降水量均呈增加趋势,倾向率分别为 1.2、17.2、7.1 mm/10 a,冬季降水量呈略微减少趋势,倾向率为 – 0.2 mm/10 a。

(3)近 37 年来周村区偏旱、偏涝年份各 11 年,正常年份 15 年。周村区旱涝灾害发生的特点是旱涝并重,且呈阶段性和季节性。

(4)在全球气候变暖的大背景下,旱、涝及大风、冰雹等灾害发生的不确定性进一步加剧,但就影响而言,周村区在指导农业生产和发展农村经济工作中,应首先考虑以抗旱为主,兼顾防涝,建议从以下几个方面采取应对措施:①政府决策部门应根据自然环境和农业自然灾害发生规律,因地制宜制定减灾应急预案,确定农业生产避灾减灾的种植模式,提高农业适应气候变化的能力。②气象部门应加强气候变化领域的基础研究,积极开展气象预测、监测的科研、服务、应用,以提高对极端天气事件的预报、预警能力,达到减灾防灾的目的,以最大限度减少极端气象事件对农业的影响。③农业部门应加强农业基础设施建设。加强农田基本水利、灌溉设施的建设和低产田土改造,增强各地抗旱、排涝与防渍的能力,提高农业抵御气象灾害的能力,增强农业的稳定性。农田水利建设需要强调节水、科学灌溉,研制适应气候变化的农业生产新工艺,开发自动化、智能化农业生产技术,强化综合防治自然灾害的工程设施建设。

参考文献

[1] 李聪,肖子牛,张晓玲. 近60 年中国不同区域降水的气候变化特征[J]. 气象,2012,38(4):419 – 424.
[2] 廉丽姝,李为华,朱平盛. 山东省近 40 年气候变化特征[J]. 气象科技,2006,34(1):57 – 61.
[3] 卢兆民,姜冬梅,赵敏芬,等. 淄博市近 40 年降水及气温时空特征分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(21):11216 – 11219.
[4] 杨观竹. 陕西省年、月降水量的理论频数分布[J]. 高原气象,1983,2(2):36 – 41.
[5] 魏凤英,张京江. 华北地区干旱的气候背景及其前兆强信号[J]. 气象学报,2003,61(3):354 – 363.
[6] 张书余. 干旱气象学[M]. 北京:气象出版社,2007:76.
[7] 李海凤,戴诚,王先芸. 莘县近 50 年旱涝特征分析[J]. 山东气象,2008,28(4):35 – 37.