

近 20 年青州市自然降水的 宏观特征与变化趋势

山义昌¹ 宋爱红² 张秀珍¹ 周树华¹

(1. 山东省潍坊市气象局 261011; 2. 山东省青州市气象局)

提 要

利用青州市 1980~1999 年降水资料,重点研究了 4~9 月份的自然降水宏观特征与 20 年的变化趋势。计算了各类天气系统对降水的贡献,分析了各降水云系的时空分布特征及与降水的关系,研究了城区、山区、平原的降水差异。结果指出:青州 1990~1999 年比 1980~1989 年降水量增加,主要原因是气旋活动增加、积云类对流性降水加强。局地降水差异是城区>山区>平原。这些研究对掌握青州的气候演变规律,提高天气预报水平和实施人工影响天气作业,具有现实意义。

关键词: 降水 宏观特征 变化趋势

引 言

气候变化的重要标志——自然降水的变化,是近年来倍受各国政府及广大科学家关注的。对于一个国家、一个地区大范围的自然降水特征与变化趋势,研究颇多。对于某局部地区降水的变化,研究较少。本文从山东省青州市 1980~1999 年 4~9 月的降水变化,分析其宏观特征及演变趋势,以便掌握其气候演变规律,为提高天气预报水平和科学实施人工影响天气作业服务。本文在研究 20 世纪 90 年代以后的降水特征时,分析了人工增雨作业对自然降水的影响,但从影响面积、作业时间和增水效率考虑对过程降水量和年降水总量影响不大,故暂不分离计算。

青州市位于山东半岛西部,面积 1569km²。南部山区(海拔>200m),北部平原(海拔<50m)各占总面积的 50%,年平均降水量 640~680mm,山区>平原。降水集中在 6~8 月,占年降水量的 70%。降水的年际变化很大,1964 年(1058.2mm)是 1989 年(331.3mm)的 3.19 倍。

1 资料统计与分析方法

资料取自 1980~1999 年 4~9 月青州市气象局定时观测和南部山区(王坟镇,庙子镇)、北部平原(朱良镇,何官镇)降水观测资料。天气系统普查用中国气象局历史天气图。

天气系统分类主要参照地面图、兼顾高空形势,定义如下:35~40°N 生成的气旋根据经度的不同分别统计为黄河气旋、华北气旋和渤海气旋;40~50°N 生成的气旋统计为北方气旋,其中 115°E 以西为蒙古气旋,115~130°E 为东北气旋。经向类冷锋定义为西来冷锋,纬向类冷锋定义为北来冷锋;500hPa 图上有闭合等高线且有冷中心配合,统计为高空冷涡,包括东北冷涡和华北冷涡。热带气旋包括热带风暴和台风。雨日定义为日降水量≥0.1mm 的日数。按国际标准,从云的结构和形状将云分为三类,即层状云、积状云和积层混合云。

统计方法:(1)做青州市 1980~1999 年的降水量曲线及 3 年滑动平均曲线图。(2)

按10年一个阶段,即1980~1989年,1990~1999年两个阶段,进行天气系统、各类云降水及地形地貌对降水的影响分析。(3)线性趋势倾向系数由最小二乘法求得($\alpha = 0.05$)。

2 年降水量的平均特征及变化趋势

图1是青州市1980~1999年年降水量的变化曲线,从图1可以看出:

(1)20世纪80年代年降水量变化较平

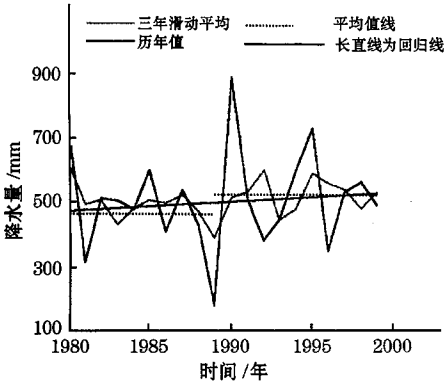


图1 青州市1980~1999年4~9月降水变化曲线

表1 1980~1989年、1990~1999年各系统降水次数与降水量(mm)

	1980~1989年			1990~1999年			两段时间降水差值	
	次数	降水量	降水量/次数	次数	降水量	降水量/次数	次数	降水量
南方气旋	30	786.0	26.2	40	825.5	20.7	10	39.5
黄河气旋	20	541.6	27.1	37	1036.9	28.0	17	495.3
北方气旋	25	229.3	9.2	12	371.3	30.9	-13	142.0
西来冷锋	75	798.8	10.7	137	1492.1	10.9	62	693.3
北来冷锋	25	316.3	12.7	21	198.1	9.4	-4	-118.2
静止锋	7	73.8	10.5	12	318.3	26.5	5	244.5
高空冷涡	12	265.3	22.1	7	158.2	22.6	-5	-107.1
低空切变线	46	496.1	10.8	17	228.0	13.4	-29	-268.1
副高边缘	38	830.1	21.8	12	393.8	32.8	-26	-436.3
热带气旋	16	326.1	20.4	9	462.9	51.4	-7	136.8

3.1 各系统产生降水的频次及降水量

按天气学定义,将各降水系统分为气旋、冷锋、冷涡等10种类型。1980~1999年10类天气系统共出现992次,产生降水598次,降水概率为60.2%。7月份产生降水的概率最高为95.3%,4月份产生降水的概率最低,只有35.8%。说明青州市“十年九春旱”,春季各系统产生降水的概率低是根本原因。

缓,90年代后变化波动加大;(2)从80年代初到90年代末,年降水量呈上升趋势,平均增幅为21.3mm/10a;(3)降水量的增加主要在90年代。80年代年平均降水量为466.3mm,90年代年平均降水量为548.5mm。

分析4~9月逐月的降水量变化可知(图略),20世纪90年代与80年代相比,除了7月份降水有减少(-25.3mm)外,各月的降水量均有增加,增幅最大的是8月份(79.2mm),9月份(7.1mm),由于8、9月份降水的增加,使90年代汛期结束滞后,这应该是主要原因。

3 天气系统与降水过程

大气环流孕育着天气系统,天气系统产生了降水过程。分析各类天气系统对青州市的影响及变化趋势,可以使更清晰地认识自然降水的规律和演变特征。为此,普查了1980~1999年4~9月的历史天气图上各类系统在青州产生的降水状况,结果如表1。

在各类系统中,西来冷锋影响次数最多,降水总量最大,20年累计为212次,占总降水次数的35.4%,降水总量为2290.9mm,占各系统总降水量的22.6%,其次是南方气旋,降水次数占总次数的11.7%,但占总降水量的15.8%。高空冷涡降水次数最少,仅占总次数的3.1%,占总降水量的4.1%。

3.2 各系统的降水时间特征

统计表明,10类降水系统平均每次降水时间为9.3h,平均过程降水量为16.9mm。但各系统在降水的持续时间上存在明显差异,热带气旋降水的持续时间最长,且过程降水量最多,平均17.8h/次和30.1mm/次,其次是北方气旋和南方气旋,平均14.3h/次和13.2h/次,降水量为16.2mm/次和23.0mm/次。西来冷锋和北来冷锋降水持续时间和过程降水量最少,分别为7.4h/次和5.9h/次,10.8mm/次和11.1mm/次。

3.3 降水系统的变化趋势

表1显示,进入20世纪90年代以来,气旋和冷锋的活动都有所加强。在产生降水的气旋中,尤以黄河气旋的活动次数的增加更为明显,比80年代增加17次,增加率为85%,降水量增加了495.3mm,增加率为91.4%;在产生降水的冷锋中,西来冷锋影响次数明显增加,比80年代增加了62次,增加率为82.6%,降水量增加了693.3mm,增加率为86.7%。这些资料说明,90年代比80年代降水量增加的主要原因是黄河气旋和西来冷锋影响增加了,也就是说西来冷空气活动加强了。相比之下,低空切变线和西太平洋副高边缘的降水减弱了,降水次数减少了29次和26次,降水量减少了268.1mm和436.3mm。

4 降水与主要降水云系

形成青州市降水的云系,按其结构和形状,可分为三类:(1)层状云,均匀地布满全天,产生稳定连续降水,主要有高层云(As),雨层云(Ns)。(2)积状云,云顶发展强烈,产生阵性对流降水,主要有积雨云(Cb),有时伴有浓积云(Cu)和层积云(Sc)。(3)积层混合云,主要以层状云和积状云共存,降水由稳定变为不稳定或由不稳定变为稳定。表2是1980~1999年4~9月三类云系产生降水的统计。

4.1 三类云系的降水量特征

从表2可以看出,在青州产生降水量最多的云系是积状云,20年4~9月总计降水量为4385.8mm,对总降水量的贡献率为43.2%,降水强度为 $3.19\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$,20年共出现374次,占三类总云数的35.2%,平均过程降水量为11.4mm/次。层状云次之,总降水量3828.2mm,降水强度为 $1.26\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 。20年共出现442次,平均过程降水量为8.7mm。积层混合云降水量较少,共产生降水1932.9mm,降雨强度为 $1.9\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$,20年共出现246次,平均过程降水量为7.9mm。

表2 1980~1999年三类云系和降水统计

	层状云 Ns,As		积状云 Cb,Cu		混合云 Ns,Cb	
	降水量 /mm	时数 /h	降水量 /mm	时数 /h	降水量 /mm	时数 /h
4月	288.4	379	106.8	54	139.2	70
5月	599.1	612	241.8	108	159.6	107
6月	742.7	490	753.9	247	391.0	127
7月	493.7	450	1899.3	547	338.5	218
8月	821.5	553	1240.1	341	688.3	309
9月	882.8	562	143.9	78	216.3	159
合计	3828.2	3046	4385.8	1375	1932.9	990

4.2 三类云降水的时间分布

图2是青州市1980~1999年4~9月三类降水云系月平均出现次数分布直方图,从图中可以看出,三类云系平均月分布有明显特征。

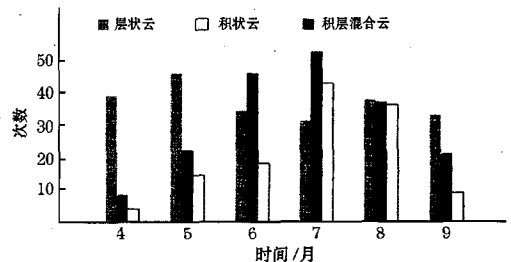


图2 1980~1999年4~9月三类云系月平均出现次数分布直方图

5月份以前,降水主要以层状云为主,频次大于积状云和积层混合云之和。6月份,随着热力和动力作用的加强,积层混合云跃居为降水的主要云系,层状云减弱;7月份,

积状云和积层混合云升至最高点,占降水云的80%,层状云处于次要位置;8月份,三类云对降水的贡献平分秋色,出现频次几乎相等;9月份,由于热力和动力条件的减弱,层状云再次成为主要降水云系。分析各月的降水日数、变化曲线同降水量(图略),说明青州降水日数的变化同降水量的变化是同步的。

4.3 三类云降水量的变化趋势

近20年三类云的变化如何,这是我们关心的问题。图3是20年三类云的降水量的变化曲线。

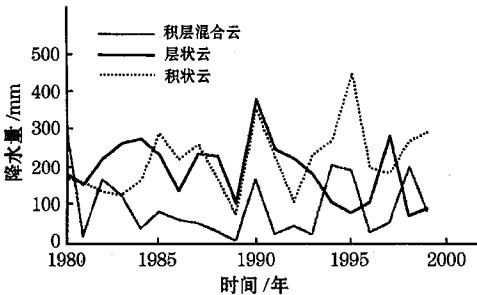


图3 1980~1999年4~9月三类云系降水量的分布曲线

从图3可以看出:(1)进入20世纪90年代,积状云降水的振幅加大,降水量增多,平均年增加6.85mm。(2)层状云降水减少,由80年代的2011.5mm,减少到90年代的1861.3mm,平均年减少4.87mm。(3)积层混合云的降水没有明显变化,80年代呈逐年减少趋势,每年减少13.1mm,90年代呈现增长趋势,但20年总趋势还是年减少0.79mm。

90年代降水量的增加,与开展人工影响天气作业有关,从90年代开始,青州每年投入10门“37高炮”进行人工增雨和人工消雹作业15~18次,作业时段的增雨率约为20%,而70%的催化作业为积状云,这与90年代的降雨趋势变化特别是积状云降水的增加有很大关系。其次与气候变暖、温室气体排放量和人类生产活动的增加也密切相关。

5 山区、平原的降水差异

不同的地形地貌对降水的影响是人们十分关心的问题。青州市南部山区平均海拔200m以上,代表观测点为王坟和庙子镇。北部平原平均海拔50m以下,代表观测点为朱良、何关镇。面积各占50%。青州市气象局位于青州城区,属山区、平原的过渡带,海拔为117m。用5个观测点的1980~1999年降水资料进行分析,结果如下:(1)城区的年降水量略多于山区和平原,尤其是最大降水量高于其他两区较明显,原因是与城区的热岛效应和人口密集生产生活排放凝结核粒子多有关。(2)山区7~8月的降水量略多于城区和平原,从三地区6~8月降水量与4~9月的比值中可看出:山区57.6%,平原52.5%,城区55.0%。这与西南气流过山强迫抬升而形成空气的上升运动有关。(3)积状云降水的分布三区也有差异:城区(1522.9mm)>山区(1470.5mm)>平原(1398.6mm)。层状云和积层混合云降水三区基本一致。

6 结语

分析青州市1980~1999年的降水宏观特征与变化趋势,有如下特点:

(1)年降水量有上升趋势,增幅为21.3mm/10a。

(2)将天气系统分10类进行统计,它们的降水概率为60.2%,主要降水系统为西来冷锋、黄河气旋和南方气旋。90年代西来冷锋和黄河气旋影响次数和产生的降水增多。

(3)将降水云分为层状云、积状云和积层混合云来分析,结果是积状云影响频次高,对总降水量的贡献大,且随年代的增加呈上升趋势。

(4)地形地貌对降水有一定影响,青州降水的分布特点是城区>山区>平原。

参考文献

- 1 赵春雨等. 辽宁省近48年来气候变化研究. 气象, 2000, 26(5).
- 2 顾俊强等. 近40年浙江省降水量、雨日的气候变化. 应用气象学报, 2002, (3).

Macro-character and Variation Tendency of Precipitation in Qingzhou, Shandong for Last 20 Years

Shan Yichang¹ Song Aihong² Zhang Xiuzhen¹ Zhou Shuhua¹

(1. Weifang Meteorological Office, Shandong Province 261011; 2. Qingzhou Meteorological Office)

Abstract

Based on the rainfall data of Qingzhou, Shandong Province, from 1980 to 1999, the Macro-character and variation tendency of precipitation from April to September are mainly investigated. The contributions of different weather systems to rainfall are calculated, the relationship between the rainfall and the characters of the spatial and temporal distributions of rain clouds is analyzed. Then, the rainfall differences in urban, mountainous and plain areas are also studied. The results show more rainfall were observed from 1990 to 1999 than that from 1980 to 1989. The main reason is the increase of convective rainfall due to cyclone activities. The regional precipitation differences show that the urban area has more rainfall than the mountainous area. The rainfall in the mountainous area is more than that in the plain area.

Key Words: precipitation macro-character variation tendency