

重庆雾的特点及其变化分析

向波 刘德

廖代强

(重庆市气象台,400039)

(重庆市城市气象研究中心)

提 要

利用重庆市沙坪坝 1951~2001 年的资料,对重庆市区雾的生成时间、持续时间、能见度等主要特征变量及其相对湿度,温度差等相关气象要素做了较为全面的分析,认为城市热岛效应可能是造成重庆主城区雾日数减少的重要原因之一。

关键词: 雾 能见度 热岛效应

引 言

重庆市是世界闻名的“雾都”之一。美丽飘渺的晨雾为山城披上了一层神秘的薄纱而成为山城的奇景。然而,山城人民也常为浓雾造成的堵车、等船、取消航班而苦恼。浓雾导致的工业、交通事故时有发生,给城市经济和人民生命财产带来重大损失。近年来随着城市规模的迅速扩大,大气污染增加,浓雾及其伴随的稳定大气层结使城市污染事件呈上升趋势^[1,2]。同时,酸雾问题也日趋严重。雾的研究和治理已成为城市环境的重要问题。

要研究和治理,首先就要对重庆雾的主要特征进行必要的分析。本文利用重庆市沙坪坝 1951~2001 年的资料,对重庆市区雾的主要特征变量及其相关气象要素做了较为全面的统计分析,得到一些有意义的结果。

1 重庆雾特征分析

1.1 重庆雾的类型

重庆位于四川盆地东部,属中亚热带湿润季风气候区,四周高山屏蔽,山谷相间,水系发达,地形闭塞,空气温暖湿润,风速小,静风频率高,是雾形成的有利条件。尤其是位于长江、嘉陵江两江汇合处的重庆主城区及两江沿岸中小城区,宽阔的江面提供了较充足的水汽;起伏的丘陵山地,夜晚由于辐射冷却而造成大量冷空气下沉堆积江面谷地,当空气冷却到露点温度附近,水汽凝结成雾,导致这些地区雾频率更高。另外,随着城市的

发展,工业和民用燃料消耗加大,污染物的排放量急剧增加,空气凝结核增多,也对雾的形成和变化起到重要作用。

从 1951~2001 年,重庆共有 2916 个雾日。其中以辐射降温形成的辐射雾为主,占总雾日的 60.9%(如将与辐射关系密切的蒸汽雾和江面雾计入,则辐射雾占总雾日的 84.7%)。其它有以暖湿空气平流到冷下垫面降温,同时有地面辐射降温的配合而形成的平流辐射雾;因锋面降水雨滴蒸发而形成的锋面雾;由于水体蒸发而在江面形成的蒸发雾;以及受江面影响夜间近地层空气辐射冷却堆积于江面,接着又受温度低于气温的流动江水影响,使贴近江面的湿润气层温度继续下降到露点以下水汽凝结而生成的江面雾等。它们出现几率较小,分别占总雾日的 3.5%、11.8%、16.5% 和 7.3%。

从雾形成的环境温度来看,约 99.4% 的雾都出现在最低气温高于 0℃ 的情况下,而当天最低温度低于 0℃ 的过冷却雾仅有 16 次,占总雾日数的 0.6%,且这种过冷却雾多集中在 1976 年以前。

1.2 重庆雾的年季变化

重庆雾主要发生在冬季,约占 40%,其次是秋季,占 30%,春季和夏季雾日较少,分别占年雾日数的 16% 和 14%。从各月雾日分布来看,12 月和 1 月雾日最多,均占年雾日数的 15%,8 月雾日最少,仅占 3.5%(表 1)。

表1 重庆市1951~2001年各月雾日数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
次数	449	243	175	150	146	178	128	102	190	329	370	456
平均	8.8	4.8	3.4	2.9	2.9	3.5	2.5	2.0	3.7	6.5	7.3	8.9

图1给出重庆市逐年雾日数变化曲线,可以看出近50年来重庆雾的减少趋势非常明显:20世纪50年代重庆市的年雾日数达103天,1954年的雾日数甚至高达148天,进入60年代年雾日数明显减少,平均雾日数约为59天,比50年代平均减少44天,70年代、80年代雾的减少趋势变缓,年平均雾日数在50天左右,进入90年代,重庆雾日继续下降,年平均雾日数维持在30~40天的水平。

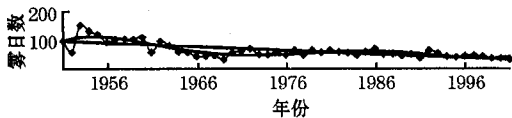


图1 重庆市市区年雾日数变化

从多雾的秋冬季雾日变化来看,与年雾日变化趋势大致相同,但秋冬雾占全年雾日数的百分比却越来越大(见表2),这说明重庆市春夏季雾的减少幅度比秋冬季更大。

表2 20世纪重庆市雾的年代变化

年代	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
年雾日数	102.9	58.9	51.4	48.4	36.7
秋冬季雾日数	62.2	39.4	38.8	36.5	29.4
秋冬雾日百分率/%	60.4	66.9	75.5	75.4	80.1

1.3 重庆雾的生成时间

重庆雾形成的主要原因是辐射冷却,这决定了雾的生成时间可能相对集中。为了说明雾生成时间的分布特征,逐时统计了雾生成时间的相对频率大于10%以上的时段,结果表明,各季雾的生成时间主要集中在4~8时,其中6~7时生成雾的频率最大。

进一步分析各季雾生成时间的频率分布(图2)可知,各季雾的生成时间仍有较大差异:冬季雾的生成时间多集中在3~8时,其中在7~8时频率最大;春秋雾的生成时间主要集中在4~7时,以6时出现频率最大;夏季雾的生成时间集中在4~6时,最大频率在5时前后。比较各季雾生成时间频率分布的峰度值的大小可知,春夏季峰度较小,秋冬季峰度较大,说明春夏季雾的生成时间比秋

冬季更为集中。由图2还可知,重庆雾很少在午后到傍晚生成。

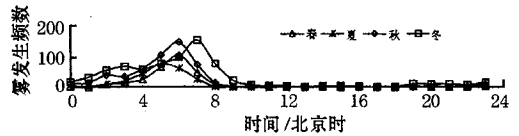


图2 各季雾生成时间的频率分布

此外,分析近20年(1980~2001年)重庆雾生成时间的变化趋势可知,冬季或年的雾生成时间均有提早的趋势。

1.4 重庆雾的消散时间

通过逐时统计各季雾消散的相对频率大于10%的时段可知,重庆雾多集中在7~13时消散,秋冬季雾的消散时间比春夏季晚1~2个小时。从图3给出的雾消散时间频率分布可以看出,冬季雾的消散时间主要在8~12时,以10~12时频率最大;秋、春、夏季雾的消散时间依次前移,分别集中在7~11时、7~10时、6~9时,雾消散的最大频率分别在8~10时、8~9时、7~8时。比较各季雾消散时间频率分布的峰度值的大小可知,冬季最大,秋季次之,夏季最小,说明春夏季雾的消散时间比秋冬季更为集中,这与雾生成时间的规律基本相同。

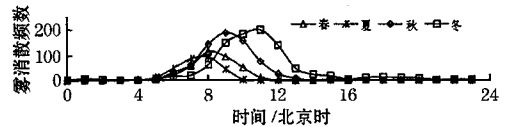


图3 各季雾消散时间的频率分布

分析雾消散时间年际变化规律可知,冬季和年的雾消散时间变化趋势基本一致,雾消散时间大约后延2个小时。

1.5 重庆雾的持续时间

雾持续时间随季节变化较大,一般冬季雾持续时间最长,其次是秋季雾,夏季雾的持续时间最短。从表3的统计值来看,雾持续时间最短的仅3分钟(1959/5/31 6:01~6:04),最长可持续36小时45分钟(1955/1/17 0:40~1955/1/18 13:25)。

表3 雾持续时间

	春季	夏季	秋季	冬季	年
最短/分	3	10	8	8	3
最长/分	634	565	1017	2205	2205
平均/分	149.5	139.0	238.1	324.7	244.4

根据雾的生成时间前移和消散时间后延的年际变化趋势,可以推断重庆雾的持续时间有变长的趋势。从表4给出的各季雾平均持续时间的年代际变化趋势可以看出,重庆雾的持续时间延长主要在春、秋季比较明显,而在冬、夏季,各年代雾的持续时间无明显变化。

表4 雾持续时间的年代际变化

年代	1954~1964年	1980~1989年	1990~1999年
春季/分	132.1	159.2	208.6
夏季/分	135.4	154.8	131.2
秋季/分	222.7	229.8	283.0
冬季/分	313.0	343.2	327.0
年/分	222.3	262.3	284.4

2 能见度的变化趋势

能见度的大小在一定程度上反映出雾的强弱,而年平均能见度的变化也在一定程度上反映出雾的变化情况。由于1954~1979年和1980~2001年两个时段能见度观测记录的不同,我们对两个时间段分别统计了有雾日08时及每年的日平均能见度并对其进行分析,得到如下结论(表5):

在1954~1979年,有雾日08时的能见度平均等级为2级(200~1000m),其中,秋季雾日08时的能见度最低,平均为1.7级;冬季与之大致相当,为1.8级;而春、夏季雾日08时的能见度分别为2.2级和2.4级。1980~2001年,有雾日08时平均能见度为350m,春夏秋冬四季能见度分别为460m、500m、320m、320m。说明秋冬季浓雾较多。

表5 有雾日08时能见度变化趋势

年代	1954~1969年	1970~1979年	1980~1989年	1990~1999年
春	2.3级	1.8级	470m	450m
夏	2.3级	2.6级	490m	550m
秋	1.7级	1.7级	360m	280m
冬	1.8级	1.7级	340m	300m
年	1.9级	1.8级	380m	330m

由表5可知,有雾日08时能见度变化趋势在减小。1954~1969年平均到1970~1979年平均从1.9级下降到1.8级,80年代到90年代能见度下降了50m。不同季节有雾日08时能见度变化趋势有较大差异,在冬、春季,能见度变化趋势与年变化趋势基本一致;夏季呈增大趋势;秋季在1954~1979

年变化不明显,而在1980~2001年能见度减小趋势明显。

年平均能见度在1954~1979年为6级(10000~20000m),1980~1999年平均5235m。夏季的能见度是一年中最大的,其次分别是春季、秋季和冬季。年及各个季节能见度在1954~1979年的变化趋势不明显,而1980~2001年除秋季没有明显趋势变化外,其它各季以及年平均能见度的变化趋势是减小的,说明重庆雾日数在减少的同时轻雾日数在增加。

1951~2001年08时出现0级雾(能见度<50m)的次数共有630次,年平均12.4次。春、夏、秋、冬所占比重分别是8.5%、4.0%、39.6%和47.9%。图4给出了0级雾年出现次数的相对频率的变化。从图中可以看出,0级雾日数占年雾日数的比重在增加,从1951~1959年的18.8%到90年代的26.2%,说明重庆雾的减少主要为一般雾,而浓雾减少趋势不明显。

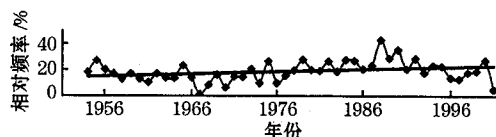


图4 零级雾日数年相对频率变化

3 相关气象要素

雾与气温、相对湿度等气象要素有很大相关性。对比分析气温、相对湿度等气象要素在雾生成前、雾发生过程中的变化特点,不仅反映出雾本身的变化特点,一定程度上也能说明引起雾特征变化的原因。

3.1 气温

1954~2001年雾生成前(前一天20时)的气温的平均值是16.2℃,而雾发生过程中(当日08时)的气温平均值是12.6℃,分别比相同时次的年平均气温低3.8℃和3.6℃。雾生成前与发生过程中温差是3.6℃,并且春季是一年中最大的,达到4.4℃,而其它季节的温度差是3.5℃。雾前与雾中的温度差在发生一些变化,春季温差减小,其它三季温差增大,到90年代,夏季雾前与雾中的温差已经上升成为一年四季中温差最大的一个季

节。

3.2 相对湿度

1954~2001年雾生成前的相对湿度平均值为76.5%，而雾发生过程中的相对湿度达到95.5%，可见，雾中相对湿度比雾前高19%。雾前与雾中相对湿度差值最大的是1965年3月16日，达到55%。雾前与雾中的相对湿度之差按春、夏、秋、冬季逐渐递减，分别是23.4%、19.2%、18.5%和17.4%。夏季雾前与雾中的相对湿度差呈增加趋势，并在90年代成为一年四季中最大的；秋季总体趋势保持不变；冬、春季和年的变化趋势都是减小的。

3.3 气温、湿度及雾的变化

气象观测资料表明，从50年代到90年代重庆雾呈明显下降趋势，以冬季为例，50年代沙坪坝平均雾日数34天，到90年代已减少到16天，而同样位于长江沿岸的邻近的涪陵雾却成倍增多，冬季平均雾日数由50年代的12天增加到90年代38天，两地的雾日变化呈现明显的相反趋势。由于雾生成过程中降温增湿明显，因此，通过对比分析沙坪坝和涪陵两地气温、相对湿度的年代际变化来说明雾的变化原因(表6)。

表6 沙坪坝、涪陵冬季雾日数及最低气温、相对湿度的年代际变化

		50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
沙坪坝	雾日数(日)	34	24	21	21	16
	最低气温(℃)	6.5	6.5	6.8	7.2	7.2
	相对湿度(%)	78	79	78	80	80
涪陵	雾日数(日)	12	10	12	30	38
	最低气温(℃)	6.4	5.9	6.7	6.5	6.7
	相对湿度(%)	80	80	81	84	84

由表6可知，从50年代到90年代，沙坪坝冬季平均最低气温呈现明显上升趋势，尤其是80年代以来随着城市规模的不断扩大，增温非常明显，而同期涪陵冬季虽然也有增暖趋势，但增温幅度明显不及沙坪坝。从冬季平均相对湿度的变化来看，50年代到90年代沙坪坝的相对湿度由78%增加到80%，而涪陵同期的相对湿度却由80%增加到84%，这一变化明显强于沙坪坝。说明重庆沙坪坝的雾日减少可能与该地城市化的“热

岛效应”有关，而涪陵的雾日增加则可能与该地相对湿度的增大有关。

为了进一步说明沙坪坝和涪陵雾的变化原因，我们对比分析了冬季两地的气温日较差和20时与08时的相对湿度差的年代际变化，以及雾日的气温日较差和湿度差的年代际变化(表7)。由表7可知，50年代到90年代沙坪坝冬季气温日较差由5.2℃减小到4.2℃，这与雾日数的变化趋势基本一致，另一方面，雾日气温日较差由5.9℃增大到7.2℃，说明形成雾的温度条件在发生变化，即需要更强的辐射降温才可能形成雾，而冬季气温日较差减小与雾日气温日较差增大的相反变化趋势不利于重庆主城区雾的形成。我们注意到，涪陵雾日气温日较差由50年代的3.5℃减小到90年代的2.2℃，说明生成雾的条件更低了，即较弱的辐射降温就可能形成雾，虽然冬季气温日较差也在同步减小，但减小幅度没有雾日明显，这意味着满足雾生成的有利条件在增大，尤其是80年代以来，雾日气温日较差明显减小，雾日明显增加。

就相对湿度而言，冬季沙坪坝、涪陵的相对湿度差的年代际变化及雾日的相对湿度差的年代际变化趋势大致相同，即60年代和70年代的湿度差较大，随后有所减小，只不过涪陵冬季相对湿度差和雾日湿度差的绝对值更小一些，且两者更接近，说明湿度条件变化越来越有利于涪陵雾的形成。

表7 沙坪坝、涪陵的气温日较差(℃)、湿度差(%)的年代际变化

		50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
沙坪坝	气温日较差	5.2	5.1	4.8	4.2	4.2
	雾日气温日较差	5.9	7.0	7.7	6.7	7.2
	湿度差	13.3	14.6	14.7	13.5	13.7
	雾日湿度差	19.6	20.1	19.4	17.2	17.8
涪陵	气温日较差	4.6	5.2	4.6	4.0	3.9
	雾日气温日较差	3.5	3.7	3.2	2.5	2.2
	湿度差	9.9	11.7	10.4	7.7	8.8
	雾日湿度差	13.1	14.2	11.9	10.0	9.8

4 结语

从前面的分析可知，重庆主城区雾的特征非常明显：以辐射雾为主，基本为暖雾；主要发生在秋、冬季；生消时间分别为4~8时

和7~13时,雾的持续时间约5~10小时。雾的变化趋势也同样显著:年雾日数减少,浓雾减少趋势不明显,轻雾日数增多;雾生成时间提前,消散时间延后,持续时间更长。通过对比分析重庆主城区和涪陵气温、相对湿度以及雾的年代际变化规律可以看出,城市热岛效应可能是造成重庆主城区雾日数减少的

重要原因之一。

参考文献

- 1 孟燕军,王淑英,赵习方.北京地区大雾日大气污染状况及气象条件分析.气象,2000,36(3):40~42.
- 2 夏立新,黄石璞.河南省一次大雾的机理分析.气象,1999,25(7):52~56.

Analysis of Characteristics of Fog and Its Change in Chongqing

Xiang Bo Liu De

(Chongqing Meteorological Observatory, 400039)

Liao Daiqiang

(Chongqing Urban Meteorological Research Center)

Abstract

Based on the data at Shapingba, Chongqing city from 1951 to 2001, an analysis of the primary characteristic variables of fog and correlative meteorological factors in Chongqing city are made. So it shows that urban heat island effect resulted in the Foggy City's fogdays.

Key Words: fog visibility heat island effect