

徐相明,顾品强,姚寅秋,等.上海奉贤1960—2019年冷暖冬气候特征分析[J].陕西气象,2020(4):30-33.

文章编号:1006-4354(2020)04-0030-04

上海奉贤1960—2019年冷暖冬气候特征分析

徐相明,顾品强,姚寅秋,王正大,汤晨阳,尹荔阳

(奉贤区气象局,上海 201416)

摘要:利用奉贤1960—2019年气温、降水、日照等地面观测资料,分析奉贤地区冬季气温、冷暖冬事件的变化特征及冷暖冬对气象要素的响应。结果表明,奉贤地区60年冬季及冬季各月平均气温呈升温趋势,其中2月增温最明显,气候变暖导致奉贤地区出现暖冬频率及强度均有所增加,最低气温对冬季变暖贡献较大;奉贤冬季以20世纪90年代为界,由冷冬为主转为暖冬为主,1987年以来未出现强冷冬,1999年强暖冬开始出现并趋多;冬季气温与年平均气温及当年的年降水量、汛期降水量呈显著正相关,冷冬年汛期降水量以正常至偏少为主,暖冬年汛期降水量以偏多至正常为主。

关键词:奉贤;冷冬;暖冬;气候特征;气象要素

中图分类号:P467

文献标识码:A

在全球变暖的气候背景下,我国冬季气温也呈现出明显的增温趋势,如孔祥伟等^[1]发现大气环流异常和城市化共同导致兰州冬季显著增温,张博宇^[2]、王森^[3]、纪凡华^[4]、刘炳涛^[5]等分析发现陕西、山东、上海等地冬季、春季增温比秋季、夏季显著。冬季升温有利于农作物安全越冬、取暖能源消耗降低^[6],但导致油菜等出现冬季旺长^[7]、蔬菜抽薹及果树萌动提前,提升农作物遭遇“倒春寒”及低温冻害致灾风险^[8],加剧病虫害爆发^[9],且不利于蜜蜂安全越冬^[10],并增大人类呼吸道感染疾病的发病概率^[9]。

奉贤作为上海南部郊区,年平均气温也呈升高趋势,主要由冬季、春季增温引起^[11],与上海气温变化趋势一致,且导致近年暖冬出现频次趋多。而随着暖冬的持续,作物栽培品种及农户管理模式等亟需转变,以适应气候变化对奉贤农业安全生产带来的影响。目前针对奉贤地区暖冬现象的研究极少,因此,本文在统计分析1960—2019年奉贤冬季平均气温变化特征的基础上,分析冬季

冷暖事件发生特征,为更好地服务当地冬季工农业生产、城市运行及提升气象防灾减灾能力提供参考。

1 材料与方法

1960—2019年气温、降水、日照等地面观测资料均来源于上海市奉贤区气象台。采用线性分析、累计距平等方法对温度特征进行分析。冬季为上年12月—当年2月,即2019年冬季是指2018年12月至2019年2月。常年冬季气候值统计时段为1981—2010年。暖冬、冷冬等级采用《GB/T 21983—2008 暖冬等级》《GB/T 33675—2017 冷冬等级》中的单站暖(冷)冬等级划分指标,即: $\Delta t \geq 1.29\delta$ 为强暖冬, $0.43\delta \leq \Delta t < 1.29\delta$ 为弱暖冬, $-0.43\delta < \Delta t < 0.43\delta$ 为常冬, $-0.43\delta \leq \Delta t < -1.29\delta$ 为弱冷冬, $\Delta t \leq -1.29\delta$ 为强冷冬, Δt 为当年冬季气温与常年冬季气候值的差值, δ 为冬季气温标准差。通过对1960—2019年奉贤地区冬季气温求标准差,得出 $\delta = 1.04\text{ }^\circ\text{C}$,即 0.43δ 、 1.29δ 分别为 $0.45\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $1.34\text{ }^\circ\text{C}$ 。

收稿日期:2020-02-19

作者简介:徐相明(1984—),男,江苏南通人,硕士,高工,从事农业气象及预报服务技术研究。

通信作者:顾品强(1963—),男,上海奉贤人,本科,高工,从事农业气象及预报服务技术研究。

基金项目:上海市气象局2018年“青年英才”计划;上海市气象局2020年度科技开发项目(MS202018)

2 奉贤地区冬季气温变化特征

2.1 冬季及冬季各月平均气温年际变化

经统计,奉贤地区 1960—2019 年冬季平均气温最低为 1.8 °C(1968 年),最高为 7.4 °C(2017 年),常年气候值为 5.4 °C。奉贤地区近 60 年的冬季平均气温呈波动式上升趋势,气候倾向率为 0.32 °C/10 a(通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验),仅 20 世纪 80 年代中期、21 世纪 00 年代中期至 10 年代前期气温偏低。以 1980 年、2010 年为界,对奉贤地区 60 年冬季平均气温分段求线性趋势(图 1),得出 1960—1979 年、1980—2009 年、2010—2019 年三段温度序列的气候倾向率分别为 0.27、0.54、1.62 °C/10 a,即奉贤地区冬季气温增温速率呈增大趋势,但仅 1980—2009 年气候倾向率通过了 $\alpha=0.01$ 显著性检验。统计 1960—2019 年历年冬季平均气温的距平值(以常年值为基准,下同),可发现距平累计值从 1960 年开始逐年下降,1986 年达到最低值(-19.6 °C),随后开始逐年振荡回升(2019 年回升至 -2.9 °C),即近 60 年冬季平均气温以 1986 年为界,之前各年基本低于常年值,而之后则相反,与图 1 冬季平均气温年际间变化趋势相一致。同时,发现 60 年冬季平均气温排序前三位的年份均出现在 21 世纪,即 2017 年(7.4 °C)、2001 年(6.9 °C)、2019 年(6.8 °C),可以看出奉贤地区近年遭遇冬季偏暖的气候概率越来越高。

奉贤地区冬季各月(12 月、1 月、2 月)平均气温常年值分别为 6.4、4.1、5.6 °C,即 1 月是冬季气温最低月份。各月平均气温均呈增温趋势,气候倾向率分别为 0.24、0.32、0.41 °C/10 a(均通

过 $\alpha=0.01$ 显著性检验),说明 2 月增温最明显,12 月增温不明显。统计冬季各月平均气温距平值,发现各月距平累计值均呈先下降后上升的变化趋势,最低值分别为 -18.5 °C(1988 年)、-22.2(1986 年)、-34.7 °C(1996 年),即 12 月、1 月最低值均出现在 20 世纪 80 年代中后期,与冬季平均气温累计距平最低值出现年份相近,而 2 月最低值出现在 20 世纪 90 年代中期,表明 12 月、1 月增温较早,2 月较晚。

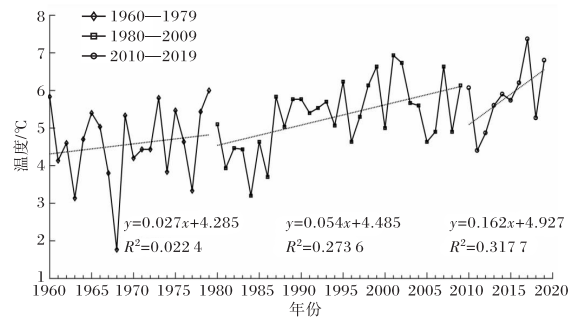


图 1 奉贤地区 1960—2019 年冬季平均气温年际变化(虚线为趋势线)

2.2 冬季平均最高、最低气温年际变化

经统计,奉贤地区 1960—2019 年冬季平均最高、最低气温的常年值分别为 9.7、1.9 °C,两者气候倾向率分别为 0.24、0.34 °C/10 a(表 1),均通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验,表明最低气温对奉贤地区冬季增暖贡献大于最高气温,且最高、最低气温的非对称性变化导致气温日较差趋小(气候倾向率为 -0.11 °C/10 a)。各月平均最高、最低气温也均呈升温趋势,且各月平均最低气温均较平均最高气温升温明显,尤其是 1 月。

表 1 奉贤地区 1960—2019 年冬季及冬季各月平均最高气温、最低气温气候倾向率 单位:°C/10 a

气象要素	平均最高气温				平均最低气温			
	冬季	12 月	1 月	2 月	冬季	12 月	1 月	2 月
气候倾向率	0.24	0.18	0.21	0.32	0.34	0.26	0.36	0.39

3 奉贤地区冷暖事件变化特征

3.1 冷暖冬的变化

对奉贤地区 1960—2019 年进行冷暖冬划分(表 2),发现奉贤地区冷冬、暖冬、常冬均以 20 世纪 90 年代为界,之前冷冬偏多,之后暖冬偏多,与潘先洁等^[12]得出的淮南在 20 世纪 90 年代以后

有明显的变暖趋势一致。各年代常冬发生概率为 20%~40%,其中 90 年代之前为 20%~30%,之后为 30%~40%,即奉贤地区随着年份推移,常冬出现频次有所增多。各年代冷冬发生概率为 10%~60%,90 年代之前各年代均为 60%,之后各年代均下降至 10%。其中,弱冷冬、强冷冬发

生概率分别由 30%~40%、20%~30% 下降至 10%、0%，最后一次强冷冬出现在 1986 年。暖冬出现的趋势与冷冬相反，各年代暖冬发生概率为 10%~60%，90 年代之前为 10%~20%，之后上升至 50%~60%。其中，弱暖冬、强暖冬发生概率分别由 10%~20%、0% 上升至 20%~40%、

10%~30%。第一次强暖冬出现在 1999 年，之后再相继出现 5 次强暖冬。总之，奉贤地区 60 年冷冬逐渐减少，暖冬逐渐增加，且 1987 年以来未出现强冷冬，1999 年强暖冬开始出现并趋多，即奉贤地区 1960—2019 年冬季升温导致暖冬频率及强度均有所增加。

表 2 奉贤地区 1960—2019 年各年代冷暖冬出现年份

年代	强冷冬	弱冷冬	常冬	弱暖冬	强暖冬
1960	1963 1967 1968	1961 1962 1964	1965 1966 1969	1960	0
1970	1974 1977	1970 1971 1972 1976	1975 1978	1973 1979	0
1980	1984 1986	1981 1982 1983 1985	1980 1988	1987 1989	0
1990		1996	1991 1992 1994 1997	1990 1993 1995 1998	1999
2000		2005	2000 2004 2006 2008	2003 2009	2001 2002 2007
2010		2011	2012 2013 2018	2010 2014 2015 2016	2017 2019
出现频次/a	7	14	18	15	6

3.2 冷暖冬对气象要素的响应

计算 1960—2019 年逐年冬季气温与上年、当年、下年的年平均气温、年降水量、年降水日数、年日照时数、年极端最高气温、 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数、汛期(6—9 月,下同)降水量、汛期降水日数、汛期气温等气象要素的相关系数(表 3),发现年日照时数与冬季气温呈负相关,其余气象要素均呈正相关;上年、当年、下年的年平均气温与冬季气温的相关性

最好,均通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验,但降水日数、极端气温与冬季气温相关性均较差;当年的气象因子与冬季气温的相关性大多强于上年、下年,仅当年的年平均气温、年降水日数、汛期气温与冬季气温的相关性略弱于上年。冬季气温与当年的年降水量、汛期降水量呈显著正相关,均通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验。说明奉贤地区冬季气温对年平均气温及当年的年降水量、汛期降水量具有指示性意义。

表 3 奉贤地区 1960—2019 年逐年冬季气温与上年、同年、下年的气象要素的相关系数

年度	年平均气温	年降水量	年降水日数	年日照时数	年极端最高气温	$\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数
上年	0.597**	0.183	0.168	-0.223	0.117	0.042
同年	0.580**	0.411**	0.112	-0.245	0.269*	0.218
下年	0.428**	0.220	0.030	-0.218	0.169	0.089
年度	汛期降水量	汛期降水日数	汛期气温			
上年	0.143	0.135	0.225			
同年	0.393**	0.172	0.221			
下年	0.195	0.058	0.183			

注: * 和 ** 分别表示通过 $\alpha=0.05$ 和 $\alpha=0.01$ 的显著性检验。

奉贤地区汛期正处于作物生长、生殖关键期,如汛期降水的多寡直接影响水稻等生长及品质的形成^[13],且汛期降水占年降水量比率大,年际间降水差异性大,对作物生产、城市安全运行等带来

诸多影响。奉贤地区 1960—2019 年汛期降水量($R_{汛}$)常年值、标准差分别为 597.9、201.6 mm,以 $597.9 \pm 0.43 \times 201.6$ mm 为阈值对汛期降水量进行划分,取 $R_{汛} \leq 511.2$ mm 为偏少、511.2 mm

$<R_{汛}<684.6$ mm 为正常、 $R_{汛}\geq 684.6$ mm 为偏多,得出奉贤地区 1960—2019 年冷暖冬当年汛期降水量的分布情况(表 4)。奉贤地区 60 年降水量分别有 14 a 偏多、25 a 正常、21 a 偏少,占比分别为 23.3%、41.7%、35.0%,即奉贤地区汛期降水量以正常为主,出现降水量偏多的概率最小。常冬年、冷冬年降水量以正常至偏少为主,分别有 16、18 a,占常冬年、冷冬年的 88.9%、85.7%,而降水量偏多仅为 2 a(占 11.1%)、3 a(占 14.3%);暖冬年的降水量与常冬年(冷冬年)相反,有 15 a(71.4%)的降水量为偏多至正常,仅有 6 a(28.6%)偏少。7 个强冷冬年中降水量有 1 a 偏多、3 a 偏少,而 6 个强暖冬年中降水量有 4 a 偏多、0 a 偏少。说明,奉贤地区常冬年(冷冬年)汛期降水量与暖冬年存在显著差异,且汛期降水量对当年冷(暖)冬具有较好的响应,尤其是强冷(暖)冬,对于当年汛期降水量的预测有一定的参考价值。

表 4 奉贤地区 1960—2019 年冷暖冬的当年汛期
降水量分布情况 单位:a

类型	冷冬			常冬	暖冬		
	强冷冬	弱冷冬	小计		弱暖冬	强暖冬	小计
偏多	1	2	3	2	5	4	9
正常	3	7	10	9	4	2	6
偏少	3	5	8	7	6	0	6
合计	7	14	21	18	15	6	21

4 结论与讨论

(1)奉贤地区 1960—2019 年冬季及冬季各月的平均、最高、最低气温均呈升温趋势,其中 2 月增温最明显。最低气温对冬季变暖贡献较大。冬季及冬季各月平均气温距平累计值均呈先下降后上升的变化趋势,冬季平均气温在 21 世纪以来遭遇极端偏暖的气候概率偏高。

(2)奉贤地区 1960—2019 年冬季升温导致暖冬频率及强度均有所增加,呈现出以冷冬为主转为以暖冬为主。奉贤地区常冬、冷冬、暖冬均以 20 世纪 90 年代为界,常冬、暖冬呈增多趋势,冷冬则大幅减少,且 1987 年以来未出现强冷冬、于

1999 年强暖冬开始出现并趋多。奉贤地区冷暖冬变化趋势显示近年出现暖冬属于大概率事件,2020 年奉贤冬季气温创 1960 年以来新高,再次出现强暖冬。

(3)冬季气温与上年、同年、下年的年平均气温及当年的年降水量、汛期降水量呈显著正相关。冷冬年汛期降水量以正常至偏少为主,暖冬年汛期降水量以偏多至正常为主。今后,可利用冷暖事件及其变化特征对年平均气温、汛期降水量等开展预报预测,有效提升气象服务能力。

参考文献:

- [1] 孔祥伟,陶健红. 兰州近 50a 冬季气温变化及其可能原因分析[J]. 气象科学,2013,41(6):664-670.
- [2] 张博宇,高雪娇. 榆阳区近 62 年气温突变分析[J]. 陕西气象,2014(1):25-27.
- [3] 王森. 宜君县 1968—2017 年气温变化趋势分析[J]. 陕西气象,2019(2):19-21.
- [4] 纪凡华,徐娟,李楠,等. 聊城市 1962—2011 年气温变化特征分析[J]. 陕西气象,2014(1):9-13.
- [5] 刘炳涛,张健,满志敏. 1724—2016 年上海地区冬季平均气温重建与特征分析[J]. 中国历史地理论丛,2018,33(4):70-77.
- [6] 别芳玫,陈梦,童雅芳,等. 冬季气温对负荷及用电量的影响分析研究[J]. 湖北电力,2019,43(2):42-49.
- [7] 曹锋. 暖冬骤增对江汉平原越冬作物的不利影响初探[J]. 湖北农业科学,2018,57(17):34-36.
- [8] 刘维州,左红玉. 暖冬过后谨防苹果树倒春寒灾害[J]. 果树实用技术与信息,2017(4):37.
- [9] 顾品强. “暖冬”来了吗[J]. 生命与灾害,2015(2):5-7.
- [10] 张大利. 为何暖冬我的强群死亡率率高[J]. 中国蜂业,2018(4):25-26.
- [11] 徐相明,顾品强. 上海市奉贤区 1960—2009 年气温与降水量变化特征[J]. 农技服务,2010(12):1642-1644.
- [12] 潘先洁,李侠丽,黄国贵,等. 淮南暖冬事件及汛期降水响应分析[J]. 中国农学通报,2019,35(22):130-135.
- [13] 吴丽姬,胡飞. 华南地区早晚稻生育期降水特征分析[J]. 华南农业大学学报,2019,40(1):1-7.