

张印平, 郭昌东, 邹丽霞, 等. 气候变暖对桂林地区柑桔灾害的影响[J]. 灾害学, 2018, 33(2): 22–26. [ZHANG Yin-ping, GUO Changdong, ZOU Lixia, et al. The effects of climate warming on citrus disasters in Guilin region[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(2): 22–26. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.01.006.]

气候变暖对桂林地区柑桔灾害的影响^{*}

张印平, 郭昌东, 邹丽霞, 龚冬英, 王婷, 谢晓燕

(桂林市气象局, 广西 桂林 541001)

摘 要: 根据桂林 1981–2015 年气温、降水资料, 对桂林市近 35 年气候条件的长期变化趋势和年际变化特征进行了详细的分析, 并初步分析了气候条件的变化对柑桔灾害的影响。结果表明: 近 35 年来, 桂林市的年平均气温自 1980 年代中期以来呈上升的趋势, 以 $0.076^{\circ}\text{C}/10$ 年速度上升, 进入 1990 年代后期, 这种趋势明显加快, 尤以春季升温最为明显, 冬季次之; 气温在 1997 年出现了突变, 直接导致暖冬、 35°C 以上高温日数、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温在 1997 年以后增多趋势显著。年降水量呈弱增多趋势, 夏季增多最明显, 春季呈增多趋势。气候变暖使柑桔虫害越冬基数增加, 低温阴雨、洪涝、高温、干旱等气象灾害的频率增加, 使柑桔生产的不稳定性增加, 对柑桔的产量、品质造成危害。

关键词: 气候变暖; 特征; 柑桔灾害; 影响; 桂林地区

中图分类号: X43; S425; P4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2018)02–0022–05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.02.006

桂林是我国柑桔的最大生产基地, 目前全市柑桔种植面积占 71.4%, 柑桔已成为桂林的主要经济支柱产业。受全球气候变暖的影响, 近年来桂林市气候的不稳定性增加, 低温阴雨、洪涝、高温、干旱等农业气象灾害频繁发生, 制约着桂林柑桔的生产。郭建平等^[1–2]进行了气候变化对农业生产影响方面的研究, 李淑华等^[3–5]进行了气候变化对作物虫害、动植物物候、柑桔种植影响方面的研究, 邬舒静^[6]研究认为农业气象灾害对粮食生产具有明显的制约作用, 干旱和洪涝灾害频繁的交替发生, 是导致粮食生产受到严重破坏的两个最主要因素, 田贵良等^[7]进一步研究认为对粮食生产影响最大的气象灾害是台风, 其次是风雹, 但气候变化与桂林地区柑桔生长的关系如何, 尚未见前人的研究成果。为了进一步了解桂林市近 35 年来柑桔生长季气候变化规律, 本文利用桂林国家基准气候站 35 年来气温、降水资料, 对其气候变化规律作了分析和研究, 并利用桂林柑桔研究区 21 年来物候观测资料, 选择 21 世纪以来对柑桔影响比较严重的异常天气事件进行分析, 以期总结经验, 研究其发生的特征, 揭示气候变化对柑桔生长的不利影响, 充分利用好当地的气候资源, 对柑桔产业的可持续发展起到一定的积极作用。

1 资料和方法

1.1 资料

①1981–2015 年地面气象观测资料, 包括月平均气温、月降水量、逐日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 (以下简称积温)、年极端最高气温: 主要用于柑桔生长季气候条件变化特征和异常天气事件进行分析。

②1995–2015 年柑桔物候观测资料: 主要用于柑桔物候趋势变化特征和柑桔灾害个例分析。

1.2 方法

①采用线性气候倾向率: 主要用于分析气象要素的长期变化趋势。②T 检验法: 对趋势系数进行显著性检验。③Mann–Kendall (以下简称 M–K): 对要素突变进行检测。④所用季和年的数据经过 5 年滑动平均处理。⑤柑桔品种为宫川早熟温州蜜柑, 为便于统计和分析, 柑桔物候的日数从立春日开始计算, 选取春芽开放、开花、果实膨大、可采成熟始期进行研究。⑥在柑桔研究区东南西北向, 选 4 株果树挂牌分别在柑桔开花始期当日、开花盛期后一个月进行落果率、果径的观测, 直到果实成熟为止。

* 收稿日期: 2017–07–26 修回日期: 2017–09–28

基金项目: 桂林市气象局重点科研项目(2016002)

第一作者简介: 张印平(1966–), 女, 广西桂林人, 工程师, 从事农业气象服务工作. E-mail: zypgl.2008@163.com

2 气候变化特征

2.1 年平均气温和季节的变化

从线性变化趋势线可以看出(图1), 桂林近35年来气温变率为 $0.076^{\circ}\text{C}/10$ 年, 相关系数 $Y = 0.420$ ($Y_{0.01} = 0.340$), 呈显著增高的趋势。多年平均气温为 19.1°C , 最高气温为 19.7°C (2007年), 最低气温为 18.1°C (1984年), 相差 1.6°C 。依据5年滑动平均曲线, 桂林年平均气温变化趋势大致可以分为3个时期。

(1) 全年1981–1984年为降温阶段, 由1981年的 18.9°C 下降到1984年的 18.1°C , 下降了 0.8°C , 期间的气温均低于多年平均值。

(2) 全年1984–2007年为增温阶段, 气温由35年来的最低温上升到了最高温, 增幅为 1.6°C , 期间虽有波动, 但总体呈上升的趋势, 可见受全球气候变暖的影响, 桂林在1980年代后期至21世纪初长期处于增温时期。

(3) 全年2007–2015为降温阶段, 由2007年的 19.7°C 下降到2015年的 19.4°C , 减少了 0.3°C 。期间气温虽呈下降趋势, 但比多年平均值高 0.1°C , 仍处于暖期。

图2为年平均气温M-K突变趋势图, 可以看出, UF曲线和UB曲线在临界线内存在多个交点, 说明年平均气温突变现象比较明显, 从UF曲线可见, 1980–1990年代前期桂林气温基本是下降的趋势, 此后, 尤为2000年后气温开始急剧上升,

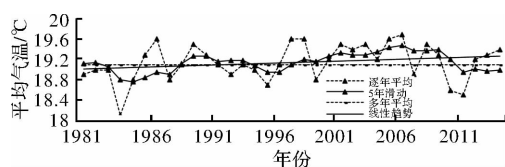


图1 桂林地区年平均气温年际变化

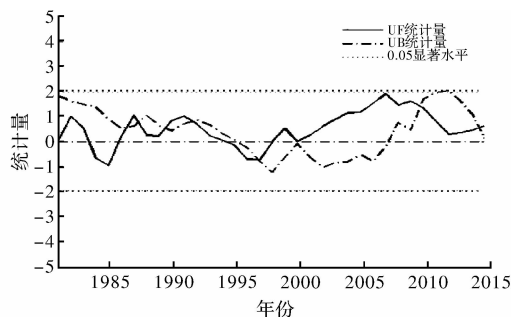
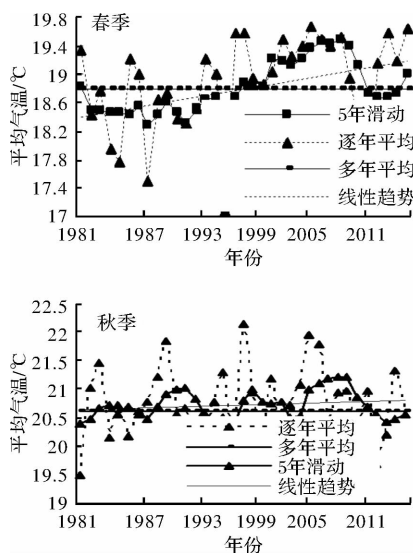


图2 桂林地区年平均气温M-K检验曲线

超过0.01显著性水平, 到2007年为35年来最暖的时期, 同时在1997年出现了突变点, 说明该区气温在1990年代后期气温出现了突发性上升, 由偏冷期转为偏暖期。

从图3可以看出, 春季平均气温线性倾向率为 $0.23^{\circ}\text{C}/10$ 年, 相关系数 $Y = 0.643$ ($Y_{0.001} = 0.426$), 增高趋势最显著。从5年滑动平均曲线看, 春季气温在1997年后上升趋势明显加速, 与年平均气温变化特征基本一致; 冬、秋两季增温率为 0.134 、 $0.053^{\circ}\text{C}/10$ 年, 呈增高的趋势; 夏季增温率为 $-0.16^{\circ}\text{C}/10$ 年, 下降趋势极显著 ($Y = 0.449$)。

总体上, 从线性倾向率看, 年平均气温以 $0.076^{\circ}\text{C}/10$ 年速度上升, 春、冬两季为 0.23 、 $0.134^{\circ}\text{C}/10$ 年, 秋、夏两季为 0.053 、 $-0.16^{\circ}\text{C}/10$ 年, 春、冬两季上升速度大于年平均气温, 说明35年来年平均气温变暖, 春、冬两季贡献最大。

2.2 桂林暖冬分析

依据广西气象局的判断标准, 如果冬季的平均气温高于历年平均值, 就可以界定为“暖冬”。本文采用1987–2010年桂林冬季历年平均值 (9.8°C) 作为划分暖冬气候标准, 则可得到1987、1991、1993、1997、1999、2001–2004、2007、

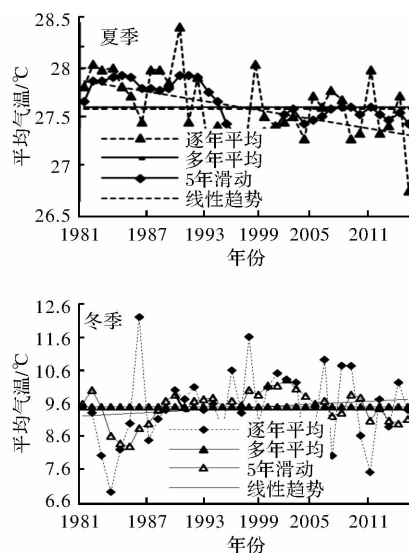


图3 桂林地区四季平均气温年际变化

2009–2010、2013、2015 年为暖冬年，即 35 年中共出现 14 个暖冬。从表 1 可知，桂林 35 年来冷冬年呈现减少趋势，主要出现在 1980–1990 年代，暖冬年呈现增加趋势，主要集中在 1990 年代后期至 2000 年代的后 15 年。从各年代冬季平均气温分布情况看，1980 年代是低温期，1980–1990 年代增温达 0.8°C 是近 35 年增温最剧烈的年代。

表 1 桂林各年代冷暖冬出现次数及冬季平均气温的分布

年代	1980 年代	1990 年代	2000 年代	2011–2015 年
冷冬	9	6	3	3
暖冬	1	4	7	2
冬季平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	9.0	9.8	9.8	9.0

2.3 桂林活动积温变化特征

考虑日平均气温在 10°C 以上柑桔进入主要生长期，图 4 给出了 1981–2015 年柑桔主要生长期 (3–10 月) $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温变化趋势，从 5 年滑动平均曲线可看出，自 1980 年代积温呈逐渐下降的趋势，1990 年代初呈上升的趋势，进入 1990 年代后期，积温上升的速度明显加快，在 2015 年达到最高，创 35 年来积温的最大值，这与杜春英等^[8]研究的结论基本是一致的。从线性变化趋势线看， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温线性倾向率为 $39.859^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}/10$ 年，在近 35 年增加很明显 ($Y=0.447$)，说明气候变暖， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温及持续的日数增加，这种结果导致了柑桔生长季的延长。

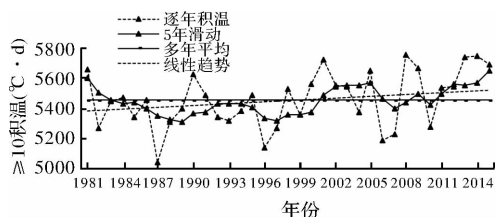
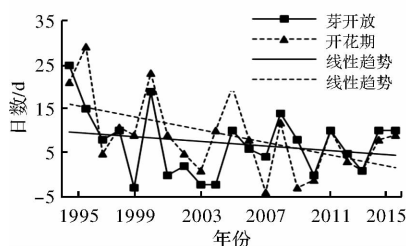


图 4 柑桔生长期 (3–10 月) $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温年际变化

2.4 35°C 以上高温日数的变化

对 1981–2015 年逐年极端最高气温统计发现，桂林年极端最高气温均在 35°C 以上，一般出现在每年的 7–8 月份。年极端最高气温增温率为 $0.285^{\circ}\text{C}/10$ 年，增温趋势显著 (相关系数 $Y=0.345$)，最高气温为 39.4°C ，出现在 2003 年，最低气温为 35.7°C ，出现在 1993 年 (图略)。

从表 2 可见，1980 年代 35°C 以上的高温日数



为 181d，1990 年代为 183 d，2000 年代为 228 d，逐年际增加，尤为 1990 年代后期明显，表明气候变暖，炎热天气时段延长，是气温变化的又一个特征。

表 2 35°C 以上的高温日数及最高气温

时段	$>35^{\circ}\text{C}$ 日数/d	年极端最高气温/ $^{\circ}\text{C}$
1981–1990	181	38.7
1991–2000	183	38.7
2001–2010	228	39.4
2011–2015	112	38.6

2.5 年降水量和季节的变化

气候变暖，气温升高，桂林的降水量也发生了变化。从线性变化趋势线看 (图 5)，近 35 年降水量增速率为 $41.612\text{mm}/10$ 年，增多趋势不显著 ($Y=0.257$)。年降水量最多为 3118.1mm (2015 年)，最少为 946.4mm (2011 年)。由 5 年滑动平均曲线进一步发现，以 1993 年为界限，除 1981 年，1980–1993 年降水量低于多年平均水平，为偏少区，1994 年至 21 世纪初多数年份降水量高于多年平均水平，为偏多区，到 2015 年为 35 年来最多。夏季降水量以 $57.692\text{mm}/10$ 年速度上升，增多趋势最显著 ($Y=0.450$)；春季以 $43.218\text{mm}/10$ 年速度上升，呈增多趋势；冬、秋两季以 -13.73 、 $-7.548\text{mm}/10$ 年速度下降，呈减少趋势，其中冬季最显著 ($Y=0.447$)。

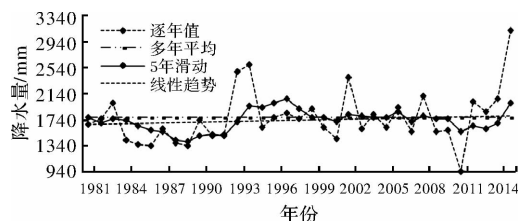


图 5 桂林地区降水量年际变化

以上分析表明：柑桔生长期的气温上升趋势显著，降水量呈弱增多趋势。四季气温春季增高最显著，冬季呈增高趋势；四季降水量夏季增多最显著，春季呈增多趋势。

3 气候变暖对柑桔灾害的影响

3.1 暖冬对柑桔虫害越冬基数的影响

气候变暖，特别是冬季气温升高，将有利于柑

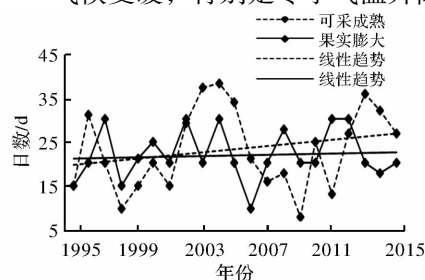


图 6 桂林地区柑桔芽开放、开花及可采成熟期年际变化

桔虫害安全越冬, 使来年春季虫源基数增大。2007 年冬季平均气温为 10.9℃, 比历年平均偏高 2.0℃, 尤其是 2 月份的平均气温为 15.1℃, 比历年平均偏高 5℃, 为近 35 年来最暖的月份, 也是典型的暖冬年。陈炳贵^[9]认为柑桔的红蜘蛛 5℃时即可取食产卵, 8.2℃时卵即可孵化, 10 d 内虫口增长的倍数 15℃时 1.5 倍, 20℃时 2.7 倍, 25℃时 4.5 倍, 气温 20~30℃最适宜其发育和繁殖。2007 年 1 月 30 日开始气温稳定通过 8.2℃日数多达 31 d, 暖冬为红蜘蛛的产卵、孵化提供了有利的条件, 为春季早发积累了较高的虫卵基数。春季气温持续升高, 3~5 月份的平均气温在 15.0~24.8℃之间, 降水量为近 35 年最少, 导致虫口增长的倍数大幅提高, 柑桔红蜘蛛越冬虫口数量及初见时间均比 2006 年明显增加和提早(表 3)。

王洪祥等^[10]研究认为, 气候趋暖, 1990 年代以来, 柑桔红蜘蛛危害季节提早, 危害程度上升。2007 年是桂林近 35 年来最暖的年份(见图 1), 冬季是 2000~2015 年最暖的季节(见图 3), 暖冬接暖春, 这种暖冬气候为早春柑桔虫害的繁殖和扩散为害创造了良好的条件, 柑桔研究区红蜘蛛在春季高发且提早, 这与王洪祥等研究的结论是一致的。

表 3 柑桔研究区红蜘蛛虫口发生情况统计表

年份	日/月	每叶成若虫头数	每叶虫卵头(粒)数	虫卵比
2007	2/3	6.25	21.7	1:2.47
2006	15/3	2.08	7.5	1:2.61

3.2 气候变暖对柑桔物候期的影响

气候变暖, 气温升高, 尤其是春季气温的升高, 加快了柑桔春季生长发育的速度, 柑桔的春季物候(芽开放、开花期)提前; 同时气温升高 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温增加, 柑桔生长期 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温的持续日数将会增加, 柑桔的生长季就延长, 导致秋季物候(可采成熟期)推迟。从图 6 可见, 柑桔芽开放、开花期日数均呈下降的趋势, 果实膨大期变化平缓, 可采成熟期呈上升趋势, 表明近 21 年来柑桔芽开放、开花期在波动中呈提前的趋势, 可采成熟期在波动中呈延长的趋势。

3.3 气候变暖对柑桔产量的影响

从水分条件来看, 近 35 年桂林降水量变化趋势并不是很显著, 但季节变化以夏、春两季明显, 降水在季节分布的不均匀性, 导致春、夏两季低温阴雨、洪涝灾害频繁出现, 增加了柑桔生长的不稳定性, 将会使柑桔产量的波动较大。

气候变暖, 并不意味着冬季没有剧烈的降温, 相反, 有的年份冬末比较温暖, 入春后, 常因较强的冷空气袭击导致气温骤降, 明显低于历年同期的平均值, 这种前暖后冷的倒春寒天气带来的低温阴雨, 对花芽提前的柑桔遭遇冻害的可能性增大, 更使柑桔难以适应短时间内气温的剧烈变化, 从而更容易遭受危害。2007 年 7~8 月 35℃以

上的高温天气持续 12 d, 9 月 10 日至 12 月 20 日连续 98 d 的干旱, 日照强烈, 空气干燥, 暖冬明显。随后受北方强冷空气南下影响, 2008 年 1 月 12~15 日, 全市出现了一次明显的寒潮天气, 24 h 日平均气温下降 9.2~13.9℃, 48 h 日平均气温下降 12.6~17.3℃, 15 日柑桔研究区观测记录叶片冻伤出现水浸状, 冻伤率 10%; 1 月 16~26 日, 受不断补充南下的冷空气影响, 寒冷阴雨天气持续, 27 日柑桔研究区叶片冻伤出现水浸状, 冻伤率 30%; 1 月 27 至 2 月 3 日, 受两次强冷空气补充南下的影响, 雨淞和雨夹雪范围扩大, 31 日柑桔研究区叶片冻伤出现水浸状, 冻伤率 60%, 幼芽生长受阻, 花粉丧失活力, 柑桔的芽开放、开花期比历年平均推迟 10 d 和 16 d, 2008 年柑桔研究区的产量比 2007 减少了 28%。

2008 年 1 月 31 日至 2 月 2 日对灾害调查时发现: 桂林北部高寒山区资源镇的脐橙, 2~3 年生的断枝树高达 30%, 受灾面积 0.27 万 hm^2 ; 中部桂林的早熟温州蜜柑, 60% 以上的叶片边缘有冻伤, 受灾面积 1.3 万 hm^2 ; 南部临桂的夏橙, 95% 以上晚秋梢焦枯、落叶, 果实破裂、落果率达到 30% 以上, 受灾面积 0.16 万 hm^2 ^[11]。

对柑桔产量影响最大的另一个原因则是洪涝灾害。洪涝主要来自暴雨, 一般以 5、6 月较为频繁^[12], 而此时正是柑桔果实膨大、夏梢抽发、生理落果期, 若前期经过长时间的连续高温干旱, 雨水突然增多致使果树根部吸收养分能力下降, 幼果与夏梢在争夺养分中处于劣势, 果树保果能力也随之降低, 因此出现了落果现象。2015 年柑桔研究区 4 月份有 23 d 无降水, 中上旬正是柑桔开花期, 长期高温干旱, 特别是花器受连续 5 d 30℃以上的高温、低湿的影响; 而 5 月暴雨天气依次为: 4 日降水 51.0 mm, 11 日降水 112.4 mm, 15 日降水 213.0 mm, 20 日降水 227.1 mm; 全月总降水量为 903.6 mm, 月最大日降水量为 227.1 mm, 均创历年同期最多。测得 5 月 10 日、20 日、30 日落果率依次为 69.6、86.3、93.8%。此次高温干旱后的大暴雨是造成落果、裂果的直接原因, 使整个产量损失 38.6%。

3.4 气候变暖对柑桔果实品质的影响

气候变暖, 35℃以上高温天气增多, 尤其是 2000 年代以来, 高温发生的机率明显升高。

根据气象资料统计, 1981~2015 年的 35 年中, 桂林发生较明显的夏季高温干旱年份有 12 年, 出现频率为 28%, 其中以 2003 年夏季高温干旱为历年之最。夏季正是柑桔果实快速增长期, 气候条件直接影响其产量和品质。2003 年 6 月底至 8 月初, 桂林出现持续高温少雨天气, 7 月 14 日至 8 月 12 日 35℃以上的高温持续时间长达 30 d, 日极端最高气温达 39.4℃, 最高气温破历史极值, 而此时段降雨量仅为 31.7 mm, 高温和干旱引起柑桔

树体光合作用受阻, 营养失调, 座果率明显下降, 果径增长缓慢, 由于水分亏缺明显, 加上高温蒸发量又大, 甚至出现缩果、日灼果现象。由表 4 可见, 柑桔研究区观测记录 7 月 10 日至 8 月 10 日果实横、纵径缩小 0.3、0.4 cm, 落果率增多 20.6%, 单果重减小 11.3 g, 当年柑桔果实成熟后, 测得三级果所占的比例为 43.6%。表明气温超过 35℃ 将会抑制果实膨大, 并持续影响整个果实膨大的发展进程, 导致品质低劣, 当年减产 48.5%。

表 4 柑桔研究区 7 月 10 日 - 8 月 10 日
果实纵径、横径、落果率及单果重

日/月	横径/cm	纵径/cm	落果率/%	单果重/g
10/7	4.0	4.6	76.2	80.6
20/7	4.3	4.9	85.1	75.3
31/7	4.2	4.7	95.3	72.2
10/8	3.7	4.2	96.8	69.3

4 结语

(1) 近 35 年以来, 桂林柑桔生长期的气温上升趋势显著, 4 季气温春季增高最显著, 冬、秋 2 季呈增多趋势, 夏季下降的趋势最显著。气温在 1997 年出现了突发性上升, 直接导致暖冬、35℃ 以上高温日数、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温在 1990 年代后期增多趋势显著。而生长期的降水量呈弱增多趋势, 4 季降水量夏季增多最显著, 春季呈增多趋势, 冬、秋 2 季呈减少趋势, 其中冬季减少的趋势最显著。

(2) 气候变暖有利于柑桔虫害安全越冬, 危害期延长; 有利于柑桔春季物候提早, 加大了花芽遭遇冻害的可能性; 有利于低温阴雨、洪涝、高温、干旱等气象灾害的频率升高, 强度加大, 对

柑桔的产量和品质造成危害, 果农损失严重, 将不利于桂林柑桔产业的可持续发展。

(3) 气候变暖柑桔潜伏灾害的可能性增大, 由于品种不同, 柑桔遭受危害的程度不同, 本文研究的柑桔品种为宫川早熟温州蜜柑, 对其它柑桔品种的影响程度可否适用, 有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 郭建平. 气候变化对中国农业生产的影响研究进展[J]. 应用气象学报, 2015, 26(1): 1-11.
- [2] 赵春雨, 王颖, 张玉书, 等. 近 50 年辽宁省作物生长季气候条件变化及对农业生产的影响[J]. 灾害学, 2009, 24(4): 102-106.
- [3] 李淑华. 气候变化对水稻虫害的影响[J]. 灾害学, 1995(2): 43-47.
- [4] 潘根兴, 高民, 胡国华, 等. 气候变化对中国农业生产的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(9): 1698-1706.
- [5] 尹先龙, 朱寿燕. 气候变暖对涌泉镇柑桔种植的影响及应对措施[J]. 中国南方果树, 2013, 42(4): 65-67.
- [6] 郭舒静. 农业气象灾害对粮食产量的影响分析—基于安徽省 16 个地级市的面板数据[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 65-69.
- [7] 田贵良, 林志宇. 气象灾害对粮食生产的影响研究—以福建省为例[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 148-152.
- [8] 杜春英, 姜丽霞, 朱海霞, 等. 基于积温距平的玉米冷害动态评估及其与玉米产量的关系[J]. 灾害学, 2016(4): 42-48.
- [9] 陈炳贵. 气候因素对柑桔红蜘蛛大发生的影响[J]. 福建果树, 2007, (4): 15-16.
- [10] 王洪祥, 陈国庆, 林荷芳, 等. 柑桔病虫害的发生态势及防治对策[J]. 中国南方果树, 2002, 31(4): 13-15.
- [11] 赵小龙, 邓崇岭, 邓光宙, 等. 2008 年广西北部地区柑桔雨雪冰冻灾害调查报告[J]. 广西园艺, 2008, 19(3): 31-33.
- [12] 张雅昕, 王存真, 白先达. 广西漓江洪涝灾害及防御对策研究[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 82-86.

The Effects of Climate Warming on Citrus Disasters in Guilin Region

ZHANG Yinping, GUO Changdong, ZOU Lixia, GONG Dongying, WANG Ting and XIE Xiaoyan
(Guilin Meteorological Service, Guilin 541001, China)

Abstract: According to the data related to the temperature and precipitation of Guilin from 1981 to 2015, the long-term trend and inter-annual variation characteristics of climatic conditions in Guilin City in recent 35 years were analyzed in detail. At the same time, the influence of climatic conditions on citrus disaster was analyzed preliminarily. The results show that the average annual temperature of Guilin has been increasing at the rate of 0.76℃/10 years since the mid-1980s, and it has been increasing even faster in the late 1990s. This trend is obviously accelerated in spring, followed by that in winter. Temperature had a sudden change in 1997, leading to warm winter, more hot days with a high temperature over 35℃ and accumulated dynamic temperature ($\geq 10^{\circ}\text{C}$). This trend is more significant after 1997. The annual precipitation has been slightly increasing, the most obvious in summer, and the precipitation is increasing in spring. Climate warming increases the winter base of citrus pests, leading to the high frequency of low-temperature rain, floods, high temperatures and droughts. So the instability of citrus production is increased, thus causing damage to the yield and quality of citrus.

Key words: climate warming; feature; citrus disasters; influences; Guilin region