

# 气候变化背景下浙江省茶叶气候资源特征分析

李仁忠,王治海,金志凤,姚益平

(浙江省气候中心,杭州 310017)

**摘要:**基于1971—2015年浙江省66个气象台站的逐日地面气象观测资料,分析了茶叶生长气候资源的时空分布特征。结果表明:近45年来浙江气候变化明显,年平均气温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温呈上升趋势,降水量波动明显,整体略增加,日照时数以60.6 h/10 d的速率减少;应用Mann-Kendall法检验,1994年为气温突变点,突变后全省春季平均气温增加了1.1 $^{\circ}\text{C}$ ,导致春茶开采时间提前8天左右。研究结论可为茶叶生产适应气候变化采取措施提供依据。

**关键词:**气候变化;浙江;气候资源;突变

中图分类号:S162.3

文献标志码:A

论文编号:casb16070106

## Climate Resources Characteristics of Tea in Zhejiang Under Climate Change

Li Renzhong, Wang Zhihai, Jin Zhifeng, Yao Yiping

(Zhejiang Climate Center, Hangzhou 310017)

**Abstract:** By using daily meteorological data of 1971–2015 from 66 meteorological stations in Zhejiang, the spatio-temporal characteristics of climate resources for tea growth were analyzed. The results showed that: climate changed obviously in recent 45 years, with the average temperature and  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  accumulated temperature increasing; what's more, the rainfall fluctuated obviously with a little increasing trend, while the sunshine hours decreased with the rate of 60.6 h/10 d; according to the Mann-Kendall test, the mutation point of temperature was in 1994; after the mutation, the temperature increased by 1.1 $^{\circ}\text{C}$ , which contributed to the picking time 8 days in advance. The results would provide certain references for adapting to climate change during tea production.

**Key words:** climate change; Zhejiang; climate resources; mutation

## 0 引言

茶叶是浙江传统的经济作物之一,以其质优价好成为浙江茶农主要经济来源和主导产业之一。2015年浙江茶园面积达19.67万 $\text{hm}^2$ ,茶叶产量17.1万t,产值166亿元,分别占全国的6.8%、7.5%和10.9%,其中名优茶占主要地位,虽然产量仅为总产量的46.8%,但产值高达147亿元,占浙江省茶产值的88.5%,占全国名优茶产值的14.2%。在全球变暖背景下,近百年来

中国年平均地表气温明显增加,气候呈现暖干化趋势<sup>[1]</sup>。IPCC第5次报告指出<sup>[2]</sup>,全球变暖的趋势到了21世纪初转为停滞,气候变暖引起的热量资源变化逐渐稳定。在气候变化背景下,浙江省光温水资源的变化对茶叶种植布局<sup>[3]</sup>、生长发育<sup>[4]</sup>、产量和品质形成<sup>[5-8]</sup>均有较大影响。因此,有必要对浙江省茶叶生长气候资源的空间分布特征和变化趋势进行分析,研究气候变化背景下茶叶气候资源的区域差异,为茶叶生产和决

**基金项目:**公益性(气象)行业科研专项“江南茶叶生产气象保障关键技术研究”(GYHY201306037);中国气象局气象关键技术集成与应用项目“优质农产品气候品质评价技术集成与应用”(CMAGJ2013M20);浙江省重点科技专项“现代农业气象系统研发与应用”(2015C02048);浙江省气象局重点专项“特种作物的农业气象指标研究”(2016ZD10)。

**第一作者简介:**李仁忠,男,1980年出生,工程师,硕士,主要从事农业气象服务和研究。通信地址:310017浙江省杭州市江干区艮山西路73号409浙江省气候中心, Tel:0571-86956306, E-mail:64929567@qq.com。

**通讯作者:**金志凤,女,1966年出生,正研高工,本科,主要从事农业气象服务和研究。通信地址:310017浙江省杭州市江干区艮山西路73号409浙江省气候中心, Tel:0571-86956306, E-mail:Jzfeng0423@163.com, 466464220@qq.com。

**收稿日期:**2016-07-20, **修回日期:**2016-11-21。

策部门提供科学依据。

近年来,前人围绕气候变化背景下的农业气候资源研究做了大量工作<sup>[9-13]</sup>,主要以大宗作物为主<sup>[14-16]</sup>。学者们对茶叶气象方面的研究,主要集中在气象条件分析<sup>[17-19]</sup>、资源利用<sup>[20-21]</sup>和种植区划、灾害区划<sup>[23-25]</sup>等方面,对气候变化引起的茶叶气候资源特征变化的研究较少<sup>[26-28]</sup>。因此,本研究拟用浙江省近45年(1971—2015年)的逐日气象资料,分析浙江省茶叶生长气候资源空间分布特征,明确气候资源变化趋势,旨在为合理利用农业气候资源、制定适应气候变化对策等提供有力的科技支撑。

## 1 资料与方法

### 1.1 数据来源

选用1971—2015年浙江省66个常规自动气象站的逐日气象资料,具体包括:平均气温、最高气温、最低气温、降水量、相对湿度、日照时数等,以及各个气象站的经度、纬度等地理属性数据。数据来源于浙江省气候中心,经过人工审核质量控制,并且时间序列连续。

### 1.2 研究方法

1.2.1 稳定通过界限温度的初日 采用5日滑动平均法<sup>[29]</sup>,计算日平均气温稳定界限温度的起始日期。根据前人研究成果<sup>[30-32]</sup>,结合浙江茶叶生产实际,初步确定茶叶不同品种的开采期为:早生种茶叶开采期为日平均气温稳定通过8℃的初日,中晚生种茶叶开采期为日平均气温稳定通过10℃的初日。

1.2.2 Mann-Kendall 检验 应用Mann-Kendall法对近45年的年平均气温进行突变检验。Mann-Kendall检验法是一种非参数统计法,优点在于样本序列不需要遵从一定的分布,也不受少数异常值的干扰,定量化程度高<sup>[33-34]</sup>。假设气象要素序列为 $X(i=1,2,3,\dots,n)$ ,对该序列样本构造1个秩序列 $S_k$ ,该序列表示第 $i$ 时刻数值大于 $j$ 时刻数值的累积个数( $i \geq j$ )。在时间序列随机独立的情况下,定义统计量,见公式(1):

$$UF_k = \frac{S_k - E(S_k)}{\sqrt{\text{var}(S_k)}} (k = 1, 2, 3, \dots, n) \dots\dots\dots (1)$$

其中, $E(S_k)$ 和 $\text{var}(S_k)$ 表示 $S_k$ 的均值和方差,计算分别见公式(2)~(3)。

$$E(S_k) = \frac{k(k-1)}{4} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{var}(S_k) = \frac{k(k-1)(2k+5)}{72} \dots\dots\dots (3)$$

式中: $k=2,3,\dots,n$ 。当 $k=1$ 时, $UF=0$ 。给定显著性水平 $\alpha$ ,若 $|UF_k| \geq U\alpha$ ,表明序列存在明显的趋势变化。

按时间序列 $X$ 逆序,重复上述过程,同时使得

$$UB_k = -UF_k, UB_1 = 0.$$

如果 $UF$ 和 $UB$ 曲线出现交点,并且在显著性水平临界线之间,则该交点为突变开始时间。

1.2.3 气候倾向率 在分析气候要素变化趋势时,一般用气候倾向率来表示。利用最小二乘法,建立样本 $X_i$ 与时间 $T_i$ 的一元线性回归方程(4):

$$X_i = aT_i + b (i = 1, 2, 3, \dots, n) \dots\dots\dots (4)$$

式中: $a$ 为回归系数, $b$ 为回归常数。气候倾向率则以回归系数 $a$ 的10倍表示<sup>[35]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 茶叶生长气候资源特征

已有研究显示,茶树为多年生植物,生长气象条件要求年平均气温 $\geq 13^\circ\text{C}$ 、年内 $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温达 $4000^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 以上、年降水量在1300 mm以上和空气相对湿度达70%以上<sup>[36]</sup>。

2.1.1 热量资源特征 浙江省茶叶生长热量资源丰富,全省年平均气温 $16\sim 18.6^\circ\text{C}$ , $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温为 $5725^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。其中温州和丽水等南部地区年平均气温在 $17.5^\circ\text{C}$ 以上, $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温超过 $6000^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ ,其中东南沿海地区年平均气温最高,超过 $18^\circ\text{C}$ ,最高 $18.6^\circ\text{C}$ ;其次是金衢盆地和台州部分地区,年平均气温为 $17.0\sim 17.5^\circ\text{C}$ , $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温约 $5800^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ ;浙北地区年平均气温基本在 $16.0\sim 17.0^\circ\text{C}$ 之间, $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温为 $5200\sim 5600^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。茶叶热量资源在空间上呈现出由南向北递减的分布特征(见图1),且东南沿海热量资源最丰富。

根据各地日平均气温稳定通过8、10℃的初日,确定不同地区的早生种、中晚生种茶叶开采期。浙南春茶开采时间早于浙中北,并且同一地区早生种茶芽开采时间比中晚生种提前了约12天。日平均气温稳定通过8℃的初日,浙南平均初日为2月下旬末到3月上旬,浙中、浙北在3月中旬;日平均气温稳定通过10℃的初日,浙南平均初日为3月中旬,浙中在3月下旬前期,浙北在3月下旬后期。

2.1.2 水分资源特征 浙江省属于亚热带季风气候区,水资源丰富,大部地区年降水量在1400 mm以上。温州、丽水南部、衢州西部和台州沿海、宁海等地年降水量超过1600 mm,泰顺年降水量超过2000 mm,为全省降水最多,湖州中北部、嘉兴、舟山和宁波北部沿海部分地区年降水量约1300 mm,但大都在1200 mm以上,其他地区年降水量为1400~1600 mm。年降水量表现为由南向北递减的空间分布特征(见图2),受地形的影响比较明显,如衢州、丽水、温州、台州的山区年降雨量高于周边平原地带。

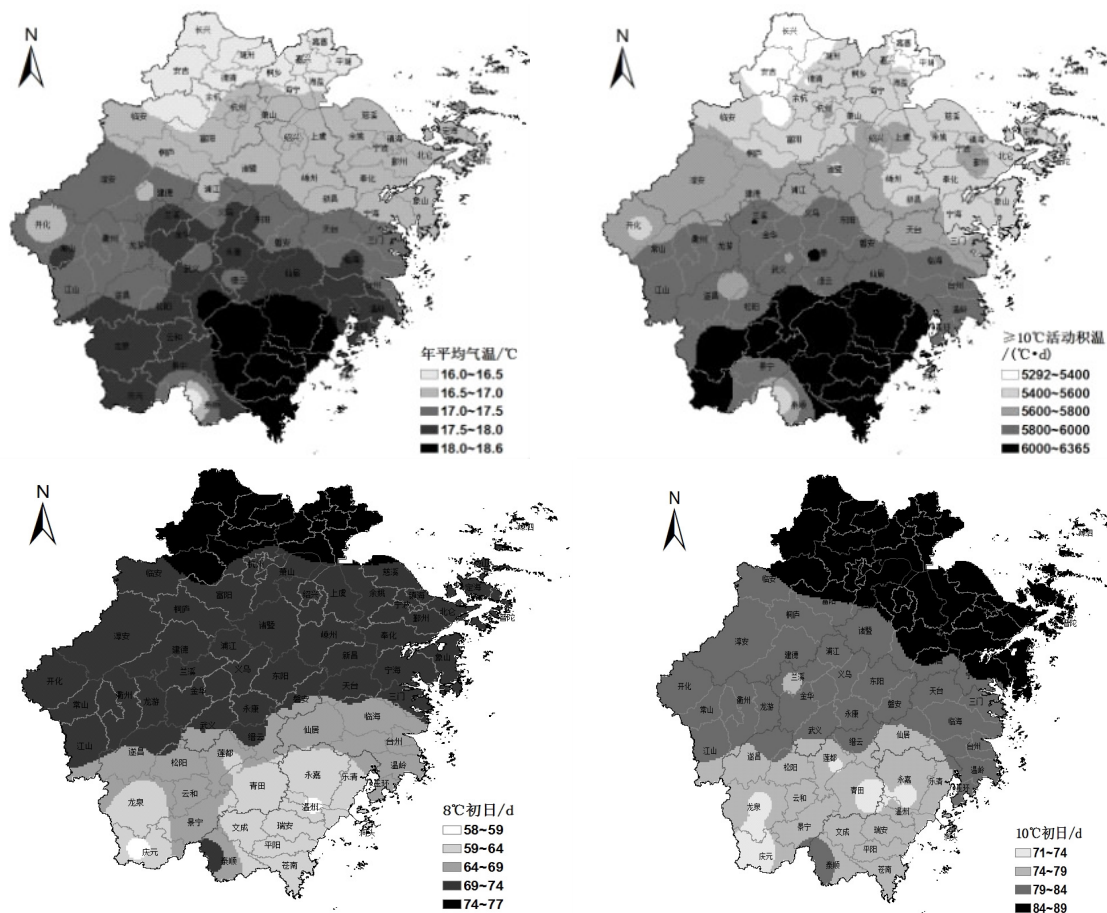


图1 茶叶生长热量资源空间分布(1971-2015年)

浙江省年平均相对湿度处于73%~85%之间,但各地差异明显。沿海一带、浙南山区、浙西山区和浙北平原年平均相对湿度为较高,浙中地区如金华、丽水北部等地,由于地处内陆,夏季高温天气多,蒸发量大,年平均相对湿度最低,但大部在75%以上。

2.1.3 光照资源特征 全省年日照时数1177~1537 h, 平均每天日照时数4.9 h,空间分布特征明显,呈现出北高南低的纬向分布特征(见图2)。其中,温州、丽水等南部地区年日照时数为1700 h左右,杭金衢和宁绍台地区为1750~1900 h。光照资源主要集中在茶叶生长季内,3—10月全省日照时数为1200~1500 h,并且空间上也表现出由南向北递增的分布特征。茶叶生长期平均每天日照时数4.9~6.1 h,非常适宜茶叶品质形成。

2.2 茶叶生长气候资源对气候变化的响应

由图3、表1可知,年平均气温和≥10°C活动积温总体呈现波动上升趋势,年平均增长速率分别为0.033°C/a、14.19°C·d/a,但各年代变化趋势差异较大。年平均气温在20世纪70年代和80年代比较平稳,波动幅度较小,大都在16.5°C左右上下波动,幅度在

±0.5°C之内;90年代明显升高,波动幅度增大,气候倾向率0.6°C/10 a,于1998年达到最高值18.2°C;2001年以后增温不明显,但维持在17.5°C上下波动,平均比70年代和80年代高1°C以上。≥10°C活动积温年代际变化与平均气温具有较好的一致性,最大气候倾向率在90年代为420.0(°C·d)/10 a。可见,在气候变化背景下,浙江省热量资源在90年代明显增加,到了21世纪初变暖趋势停滞。温度的升高对茶叶生长有利有弊,有利的是温度升高,茶叶净光合速率增加<sup>[37]</sup>,茶叶萌芽早,开采期提前,产量增加;不利的是茶叶萌发过早,遭遇霜冻的危害风险加大,温度高,茶叶生长快,品质下降<sup>[38]</sup>。

近45年浙江年降水量波动明显,整体呈增加趋势,平均上升速率为3.14 mm/a。年代际变化差异明显,70年代下降、80年代和90年代基本持平,波动较平缓,2001年以来先低后高。可见,浙江年降水量继续呈现增加趋势。

近45年年日照时数随时间呈波动性的明显下降趋势。年平均下降速率为6.06 h/a,年际间变化趋势表



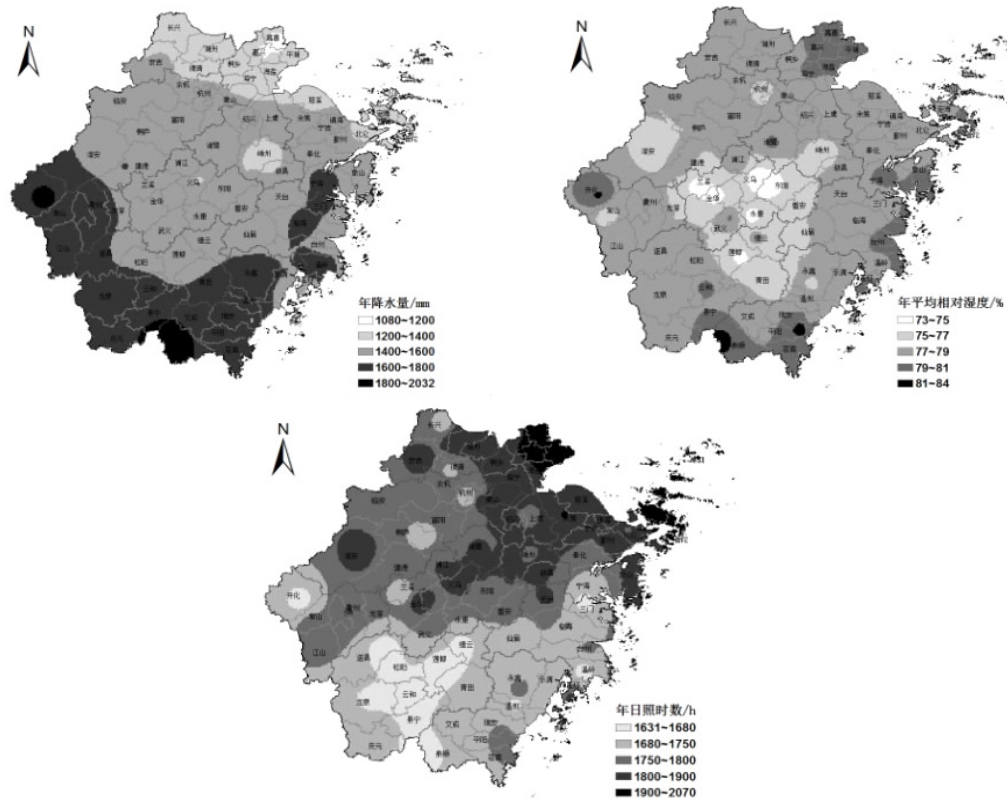


图2 茶叶生长水分和光照资源空间分布(1971—2015年)

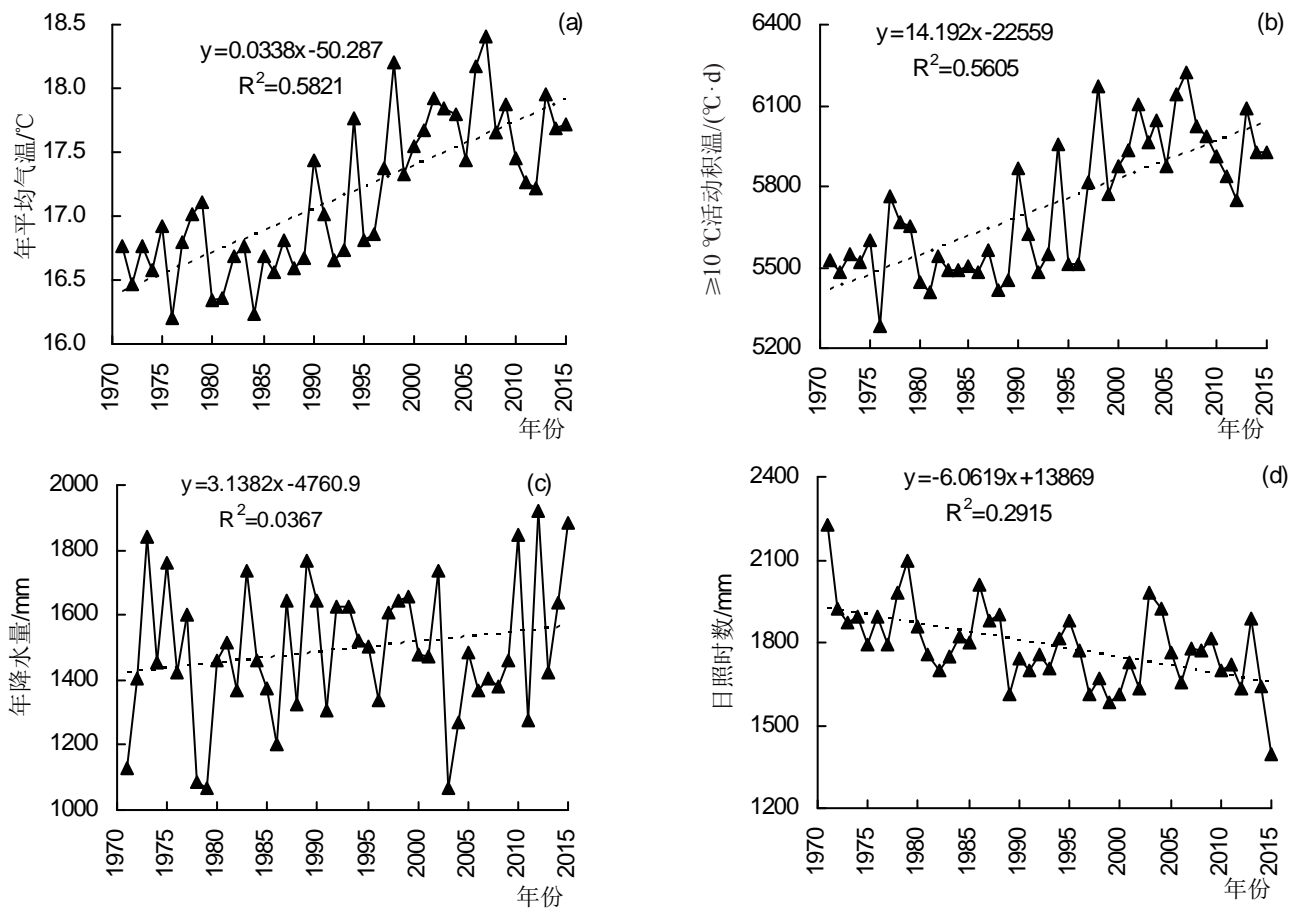


图3 浙江省茶叶生长气候资源年代际变化

表1 茶叶生长气候资源年代气候倾向率

| 年代        | 年平均气温/(°C/10 a) | ≥10°C活动积温/[(°C·d)/10 a] | 年降水量/(mm/10 a) | 年日照时数/(h/10 a) |
|-----------|-----------------|-------------------------|----------------|----------------|
| 1970s     | 0.1             | 93.4                    | -184.1         | -103.5         |
| 1980s     | 0.6             | 206.6                   | 138.4          | 23.1           |
| 1990s     | 1.0             | 422.1                   | 117.8          | -176.4         |
| 2000s     | -0.2            | -86.0                   | 252.5          | -139.2         |
| 1971—2015 | 0.3             | 141.9                   | 31.4           | -60.6          |

现为70年代下降、80年代略有升高、90年代和2001年以来下降明显,其中90年代气候倾向率最大,达-176.4 h/10 a。

2.3 茶叶生长热量资源突变分析

温度是茶叶生长和品质形成的主要气象因子。气候变化背景下,浙江省热量资源变化影响茶叶的开采期、产量和品质。

2.3.1 年平均气温突变检验 应用Mann-Kendall法,对浙江省1971—2015年年平均气温进行M-K检验。从图4可以看出,UF曲线几乎都大于0,说明最近45年

内年平均气温呈上升趋势,并且从1997年开始,年平均气温增加趋势超过0.05显著性水平,1999年甚至超过了0.01显著性水平检验线( $\mu_{0.01}=\pm 2.56$ ),表明在90年代末期年平均气温增加趋势最为明显。根据UF和UB曲线的交点位置可知,浙江省年平均气温在90年代中期发生了突变,具体为1994年。

2.3.2 热量资源突变前后变化特征 根据年平均气温突变检验结果,将研究时段分解成时段I(1971—1993年)和时段II(1994年—2015年),对比分析2个时段研究区茶叶生长热量资源的时空变化特征。

从全省范围看(见图5),突变前后各地热量资源有明显变化差异,时段I和时段II年平均气温分别为15.5~18.4°C和16.4~19.0°C,时段II比时段I平均上升了0.93°C。时段I中,湖州、嘉兴等地年平均气温低于16.0°C,而时段II全省年平均气温最低值为16.4°C。与时段I相比,时段II高值区域范围向北扩大,具体表现为时段I年平均气温16.0~17.0°C出现地区主要在杭州、宁波、绍兴、台州和金华北部,时段II则北抬至湖州和嘉兴北部,时段I中17.0~18.0°C主要在浙南大部地区,而时段II移至浙中,时段I仅温州和丽水部分地区年平均气温超过18.0°C,时段II则扩大至温州、丽水和金华等地。

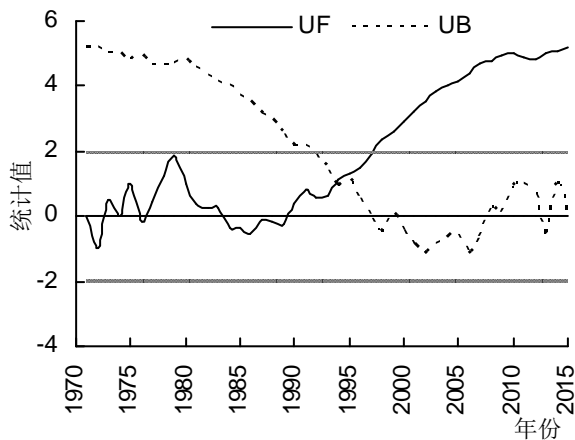


图4 浙江省年平均气温的Mann-Kendall突变检验

浙江茶叶生产以名优茶为主,对品质要求很高,主

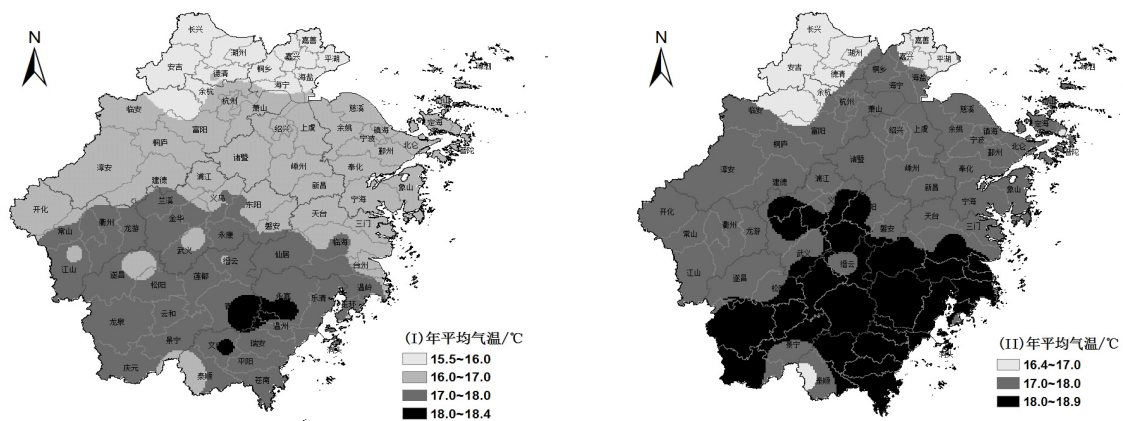


图5 浙江省年平均气温突变前后均值空间分布

要生产时段为春季。春季平均气温突变后明显变暖。1994年以前春季平均气温全省平均为15.3℃,1994年以后春季平均气温全省平均为16.5℃,增加了1.1℃多,升温明显。春季变暖一方面会使茶叶萌动提前,生长速度加快,延长采摘时间,有利提高春茶产量;另一方面温度升高使得茶叶生长过快,降低春茶品质,优质茶产量减少。

气候变暖引起的年平均温度升高,浙江茶叶开采期普遍提前。日平均气温稳定通过8、10℃的初日时段II比时段I分别提前9、7天。茶叶萌动初日提前,茶叶上市越早,价格越高,但遭遇低温霜冻的风险增大,造成的经济损失更重。如2016年3月上旬气温明显偏高,3月2—7日大部分地区最高气温在20℃以上,5日最高气温浙北地区升至25~28℃,浙中南升至28~30℃,早、中生种茶叶萌动生长,中南部地区已经进入采摘期;8日起受冷空气影响,降水降温,日平均气温过程降温幅度浙北地区10~12℃,浙中南地区12~14℃,10—12日早晨气温较低,11日早晨气温最低,最低气温浙中北地区-1~1℃,山区-1~3℃,浙南地区0~2℃,山区、高海拔地区更低,其中东阳北山-7.4℃、龙泉披云山-7.6℃、龙泉凤阳山-7.7℃、遂昌白马山-7.7℃、临海括苍山-8.5℃,低温导致全省茶园受灾面积大约10万hm<sup>2</sup>,约3700t早茶受损,经济损失约18亿元。

### 3 结论与讨论

(1)浙江省茶树生长气候资源丰富,足以满足茶叶生长对气候资源的基本需求;气候资源空间分布差异明显,从而引起茶树生育期在不同地区存在一定差异。其中,浙南茶芽萌动时间最早,浙北地区相对较晚,这也是浙江茶产业形成区域布局和品牌的主要因素。

(2)在全球气候变化背景下,近45年浙江省气候资源变化明显,年平均气温和≥10℃活动积温增加,1994年突变后春季平均气温增加了1.1℃,导致春茶开采时间提前8天左右,茶叶生产面临霜冻危害的风险加重;年降水量随时间波动变化明显,整体略有上升趋势;而日照时数以60.6h/10d的速率持续减少。由于茶树是喜阴植物,光照资源的适量减少,有利于为茶叶品质形成提供阴凉的环境条件。

(3)气候变化引起光、温、水等资源在时空变化的差异,其中降水和日照的变化趋势何时稳定还有待研究。此外,浙江省也是霜冻、高温热害、冬季冻害等农业气象灾害高发地区,霜冻害发生频次最高,影响优质茶叶产量和效益。因此,如何适应气候变化新环境是浙江茶叶生产可持续发展需要关注的重点,一方面要

加强气候变化对茶叶生长影响的机理性研究,另一方面提高防灾减灾和综合生产的能力,减轻气候变化对茶叶生产带来的不利影响,充分利用气候资源,促进茶叶生产的可持续发展。

### 参考文献

- [1] 孙华,何茂萍,胡明成.全球变化背景下气候变暖对中国农业生产的影响[J].中国农业资源与区划,2015,36(7):51-57.
- [2] 王绍武,罗勇,赵宗慈,等. IPCC第5次评估报告问世[J].气候变化研究进展,2013,9(6):436-439.
- [3] 金志凤,黄敬峰,李波,等.基于GIS及气候-土壤-地形因子的浙江省茶树栽培适宜性评价[J].农业工程学报,2011,27(3):231-236.
- [4] Selena A, Colin M O, Timothy S G, et al. Effects of water availability and pest pressures on tea (*Camellia sinensis*) growth and functional quality[J].AoB plants advance access,2013:1-23.
- [5] 汪春园,荣光明.茶叶品质与海拔高度及其生态因子的关系[J].生态学杂志,1996,15(1):57-60.
- [6] 黄寿波.试论生态环境与茶叶品质的关系[J].生态学杂志,1984(2):13-16.
- [7] 荣东红,章祖武,秦国换.气候变化对宁红茶产量及品质影响分析[J].科技传播,2012(9):38,58.
- [8] 金志凤,王治海,姚益平,等.浙江省茶叶气候品质等级评价[J].生态学杂志,2015,34(5):1456-1463.
- [9] IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[R].Cambridge: Cambridge University Press,2013:1-1552.
- [10] 赵俊芳,郭建平,张艳红,等.气候变化对农业影响研究综述[J].中国农业气象,2010,31(2):200-205.
- [11] 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.
- [12] 赵俊芳,郭建平,马玉平,等.气候变化背景下我国农业热量资源的变化趋势及适应对策[J].应用生态学报,2010,21(11):2922-293.
- [13] 杨晓光,李勇,代姝玮,等.气候变化背景下中国农业气候资源变化IX.中国农业气候资源时空变化特征[J].应用生态学报,2011,22(12):3177-3188.
- [14] 王静,杨晓光,李勇,等.气候变化背景下中国农业气候资源变化VI.黑龙江省三江平原地区降水资源变化特征及其对春玉米生产的可能影响[J].应用生态学报,2011,22(6):1511-1522.
- [15] 段居琦,周广胜.我国双季稻种植分布的年代际动态[J].科学通报,2013(13):1213-1220.
- [16] 袁彬,郭建平,冷明珠,等.气候变化下东北春玉米品种熟型分布格局及其气候生产潜力[J].科学通报,2012,57(14):1252-1262.
- [17] 苗志华,郑鸽,张静静,等.文成县茶叶生产的气候条件分析[J].现代农业科技,2011(10):305-306.
- [18] 朱秀红,马品印,成兆金,等.鲁东南地区茶叶产量与气候条件的关系研究.中国农学通报,2008(8):340-343.
- [19] 王舒畅,高林瑞,陈晓霞.丽水市气候条件对茶叶产量和品质的影响[J].科技致富向导,2013(3):300.
- [20] 李时睿,王治海,杨再强,等.江南茶区茶叶生产现状和气候资源特征分析[J].干旱气象,2014,32(6):1007-1014.

- [21] 胡江波,杨利霞.汉中茶区农业气候特征分析[J].安徽农业科学,2013,41(13):5864-5866.
- [22] 林文英,沈爱兰.松阳县茶资源综合利用现状及对策[J].新农村,2015(7):13-14.
- [23] 金志凤,黄敬峰,李波,等.基于GIS及气候\_土壤\_地形因子的浙江省茶树栽培适宜性评价[J].农业工程学报,2011,27(3):231-236.
- [24] 朱寿燕,尹先龙,张文明,等.基于GIS的浙江仙居茶叶气候生态区划[J].地理空间信息,2012,10(2):25-27.
- [25] 李柏贞,谢佳杏,孔萍,等.江南茶叶农业气象灾害风险区划[J].干旱气象,2015,33(6):1017-1023.
- [26] 朱秀红,周秀君,韩贵香.日照市气候变化及其对茶树生长的影响[J].山东气象,2013(4):32-33.
- [27] 张衍华,张凤菊,侯育杰,等.泰山茶气候适应性分析及发展对策[J].山东气象,2013(4):38-41.
- [28] 于仲吾,尹连荣,刘新华,等.气候变暖对茶叶生产的影响[J].茶叶,2002,28(3):162-163.
- [29] 刘志娟,杨晓光,王文峰.气候变化背景下中国农业气候资源变化IV.黄淮海平原半湿润暖麦-玉两熟灌溉农区农业气候资源时空变化特征[J].应用生态学报,2011,22(4):905-912.
- [30] 王怀龙,王本一,鲍进兴.春季茶芽萌动起点温度和积温统计方法的探讨[J].农业气象,1981(2):66-70.
- [31] 陈荣冰,钱书云,郭元超.春茶开采期测报研究[J].茶叶科学技术,1988(1):12-21.
- [32] 施国富,陈莹,叶传伟,等.影响富阳早茶龙井43开采期的天气与积温分析[J].福建茶叶,2015(2):15-16.
- [33] 张明洁,李文韬,张京红,等.1961—2011年海南岛农业气候资源变化及影响研究[J].中国农学通报,2014,30(32):232-241.
- [34] 何永坤,郭建平.1961—2006年东北地区农业气候资源变化特征[J].自然资源学报,2011,26(7):1110-1208.
- [35] 代姝玮,杨晓光,赵孟,等.气候变化背景下中国农业气候资源变化II.西南地区农业气候资源时空变化特征[J].应用生态学报,2011,22(2):442-452.
- [36] 吴杨,金志凤,叶建刚,等.浙江茶树春霜冻发生规律及其与太平洋海温的遥相关分析[J].中国农业气象,2014,35(4):434-439.
- [37] 林永锋,胡永光,李萍萍.塑料大棚多层覆盖对茶园小气候及茶叶产量和品质的影响[J].南京林业大学学报,2014(3):59-64.
- [38] 龙振熙.气温对茶叶品质以及采摘时期的影响[J].贵州气象,2014(5):37-39.