

文章编号: 1008-2786-(2016)4-415-10

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000146

闽东茶叶气候适宜度变化特征

余会康

(福建省宁德市气象局 福建 宁德 352100)

摘 要: 茶是中国主要的经济作物之一,气候变化对茶叶生长具有重要的影响。采用福建省主要产茶区闽东 9 县市 1981—2013 年气候要素资料,应用模糊数学方法构建茶叶适宜度模型,分析茶叶气候适宜度年际、年代及季节变化特征。运用 Arcgis 地理信息软件对闽东茶叶气候适宜度年代空间变化分布进行区划分析。结果表明,闽东地区总体茶叶生长的气候条件好,适宜度高。但也存在一些制约因素,影响山区茶叶适宜条件的主要气候要素是积温,而沿海则是相对湿度和干燥度。受气候变化影响,闽东茶叶适宜度随年际波动明显,沿海茶叶适宜度年代变化幅度比山区大,波动更不稳定,其变差趋势也比山区更显著。季节性特征显示春、夏、秋 3 个季节适宜度也都随年代波动幅度增大而数值呈减小趋势,其中春茶适宜度变化小,而夏、秋茶变差趋势显著。针对气候变化对闽东茶叶适宜度的不利影响,建议可以通过基础设施建设,改善茶园小气候条件和加强防灾能力加以应对。

关键词: 茶叶; 气候; 适宜度; 特征; 分析

中图分类号: S162

文献标志码: A

茶为中国的主要经济作物之一,在国民经济中占有重要的地位^[1]。2013 年中国茶园面积达 $2.469 \times 10^3 \text{ hm}^2$,茶叶总产量达 $192.4 \times 10^4 \text{ t}$,同比增长 6.5%,其农业总产值首次突破 1 000 亿元,是目前世界上最大的茶叶生产国^[2-3]。中国茶栽培历史悠久,适生地区辽阔,自然条件优越,为发展茶叶生产提供了有利的条件^[1]。气象条件是影响茶树生育的主要环境条件,它不仅影响茶叶的正常生育及产量,而且深刻地影响其品质。要使茶叶产量高、品质好,就必须满足它对气象条件的要求^[4]。有关气象对茶的影响研究方面,前期主要有黄寿波、李倬等人采用试验方法较为全面地研究了茶叶生育、品质及其灾害等与气象条件的关系^[4-5]。随当代气候变化影响,不少学者采用相关性(包括遥相关)、隶属度、风险评价等方法研究了气候变化对茶叶生长及其灾

害影响^[1,7-15]。其中应用模糊数学中隶属度集成分析方法,综合了各气候要素以及茶叶生长的主要气象条件要求,以数值量化形式,通过衡量和比较茶叶生长的适宜状态,反映气候变化对茶叶生长的影响,不仅可较好地对作物气候适应性问题进行定量分析,同时还可对不同影响因子进行较为全面与综合的比较研究,使结果更为客观^[12]。

为此,本文通过筛选影响闽东茶叶生长的主要气候指标,应用模糊数学中柯西型隶属分布函数,构建闽东茶叶气候适宜度计算模型,对福建省主茶区闽东地区的茶叶气候适宜度变化特征进行分析,为该区域农业资源开发及茶叶生产的合理布局提供科学依据,也可作为闽东茶叶质量和产量气候年景评价的参考指标。

收稿日期(Received date): 2015-07-20; 修回日期(Accepted): 2015-09-13。

基金项目(Foundation item): 福建省宁德市科技计划项目(20130004)和中国气象局业务建设项目“农业应对气候变化”资助。[Science and technology program of Ningde city in Fujian province (20130004) and business construction project "agricultural response to climate change" of China Meteorological Administration.]

作者简介(Biography): 余会康(1969-),男,汉族,福建古田人,高级工程师,主要从事农业气象服务及科研工作。[Yu Huikang (1969-), male, the Han nationality, born in Gutian, Fujian, senior engineer, mainly engaged in agrometeorological services and research.] E-mail: hi-kan@163.com; Phone: 13859636799

表 1 茶叶生长的农业气候指标
Tab. 1 Agricultural index of tea growth

气候要素 Agricultural meteorological elements	适宜条件 Suitable growth conditions	可生条件 Survivable conditions	有害条件 Harmful conditions
年平均气温 The annual average temperature/℃	15 ~ 25	13 ~ 15 或 25 ~ 35	< 13 或 > 35
≥10℃的活动积温/℃ ≥10℃ Active accumulated temperature	≥5 000	3 000 ~ 5 000	< 3 000
多年平均极端最低气温/℃ Average annual extreme minimum temperature	≥ - 8	- 10 ~ - 8	< - 10
年降水量 Annual precipitation/mm	≥1 500	1 000 ~ 1 500	< 1 000
生长期内月降水 Monthly precipitation in tea growth period/mm	≥100	50 ~ 100	< 50
相对湿度 Relative humidity/%	≥78	60 ~ 78	< 60
日照百分率 Percentage of sunshine/%	< 45	45 ~ 60	> 60
干燥度 Drying level	< 0. 7	0. 7 ~ 1. 0	> 1. 0

1 资料与方法

选取闽东地区 9 个县市区气象站近 33 a(1981—2013 年) 平均气温、≥10℃活动积温、年极端最低气温、年平均降水量、生长期(2—10 月) 月平均降水量、相对湿度、日照百分率、干燥度等 8 个主要气候要素, 对照茶叶生长的农业气候指标^[11-13, 16](表 1) , 分析闽东地区茶叶生长的气候适宜度变化特征。

茶叶气候适宜度计算应用模糊数学分析方法, 首先将适宜度作为各种气候要素统一的量化指标, 其定义域为 [0, 1] 数值越接近 1, 表示适宜条件越好, 反之, 数值越接近 0, 表示适宜条件越差, 反映适宜程度的量化值。根据茶叶生长发育的气候指标以及受气候要素影响变化的柯西型分布模式^[11-13], 可得到主要影响气候要素隶属度函数如下:

$$\mu_T = \begin{cases} \frac{1}{1 + 0.04(T - 25)^2} & T > 25.0 \\ 1 & 15.0 \leq T \leq 25.0 \\ \frac{1}{1 + 0.25(T - 15)^2} & T < 15.0 \end{cases}$$
$$\mu_{\Sigma T} = \begin{cases} 1 & \Sigma T \geq 5000 \\ \frac{1}{1 + 0.004(\frac{\Sigma T}{100} - 50)^2} & \Sigma T < 5000 \end{cases}$$

$$\mu_{T_m} = \begin{cases} 1 & T_m \geq -8.0 \\ \frac{1}{1 + 0.11(T_m + 8)^2} & T_m < -8.0 \end{cases}$$
$$\mu_{YR} = \begin{cases} 1 & YR \geq 1500 \\ \frac{1}{1 + 0.01(\frac{YR}{100} - 15)^2} & YR < 1500 \end{cases}$$
$$\mu_{MR} = \begin{cases} 1 & MR \geq 100 \\ \frac{1}{1 + 4(\frac{MR}{100} - 1)^2} & MR < 100 \end{cases}$$
$$\mu_E = \begin{cases} 1 & E \geq 78 \\ \frac{1}{1 + 0.028(E - 78)^2} & E < 78 \end{cases}$$
$$\mu_I = \begin{cases} 1 & I \leq 45 \\ \frac{1}{1 + 0.01(\frac{YR}{100} - 15)^2} & I > 45 \end{cases}$$
$$\mu_D = \begin{cases} 1 & D \leq 0.7 \\ \frac{1}{1 + 1.11(D - 0.7)^2} & D > 0.7 \end{cases}$$

式中 μ_T 、 $\mu_{\Sigma T}$ 、 μ_{T_m} 、 μ_{YR} 、 μ_{MR} 、 μ_E 、 μ_I 、 μ_D 分别为平均气温($T/^\circ\text{C}$)、活动积温($\Sigma T/^\circ\text{C}$)、年极端最低气温($T_m/^\circ\text{C}$)、年降水量(YR/mm)、生长季内月降水量(MR/mm)、相对湿度($E/\%$)、日照百分率($I/\%$)、干燥度(D) 的隶属度函数。通过隶属度函数计算各

要素隶属度,再计算各地茶树生长的相对距离模糊度和气候适宜度^[11-13],计算公式为

$$R_z = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (1 - \mu_{zi})^2}$$

$$M_z = 1 - R_z$$

式中 μ_{zi} 为 Z 县站点第 i 个气候要素的隶属度, N 为所取要素总数; R_z 为 Z 县站点茶树最适生长的相对距离模糊度, M_z 为 Z 县站点茶树生长的气候适宜度,以气候适应度描述各地茶叶生长的适应性。

应用上述方法,计算并分析闽东9县市1981—2013年、年代及季节(春、夏、秋)茶叶气候适宜度变化特征,再利用 Arcgis 地理信息软件和反距离插值法对闽东茶叶1980年代(1981—1990年)、1990年代(1991—2000年)和2000年代(2001—2010年)年代适宜度空间分布进行区划分析。

文中所采用的气候数据是来源于国家气象信息中心最新整编的中国2472个国家级地面气象站基本气象要素资料集中闽东 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ 格点数据,该要素资料是利用薄盘样条法(TPS, Thin Plate Spline)结合三维地理信息空间信息进行空间插值,考虑了经纬度和海拔对气温影响,经检验,插值与观测值偏差小($\pm 0.2^\circ\text{C}$)精度较高,插值效果好。

2 结果与分析

2.1 闽东茶叶生产概况

福建省是中国茶叶主产区之一,2013年产量为 34.7×10^4 t,占全国总产的18%,位居产茶省前列。而闽东又是福建最大茶产区,生产历史悠久,规模突出。据考证,第四纪冰川时期,闽东境内鹫峰山东南的天山山脉就有野生大茶树发现,与中国西南茶树起源地是同源“隔离分布”或称“演化区域”,是福建茶源地之一。早在商周时期,闽东开始进献贡茶。

种茶前史经过唐、宋、元、明的发展,至清代,区内茶叶产出已颇具规模,绿茶、红茶、白茶等名优茶叶远销到东欧及欧美东南亚各国^[17]。

1980年起,闽东茶叶种植面积和产量都呈逐年递增趋势,到2013年,茶园总面积达 64.537×10^3 hm^2 ,产量为 8.087×10^4 t,各县市区分布如图1,其中福安市种植面积和产量分别为 17.46×10^3 hm^2 、 2.14×10^4 t,是闽东茶叶种植最大市。据统计,1991—2013年,闽东茶叶种植面积、总产平均分别占福建全省的33.1%、29.8%(图2)^[18],占全国的3.71%、5.23%。闽东茶叶种植遍及9市(县、区),全区超1/3人口从事茶产业,涉及茶叶生产、加工、销售的农户占70%。闽东主要茶品种为绿毛茶和红毛茶,其中绿毛茶占90%以上,近10年来,随市场销售影响和茶叶种植结构调整,绿毛茶种植比例逐步下降,而红毛茶开始上升。闽东主要名优茶品牌有“坦洋功夫”、“福鼎白茶”、“天山绿茶”等。

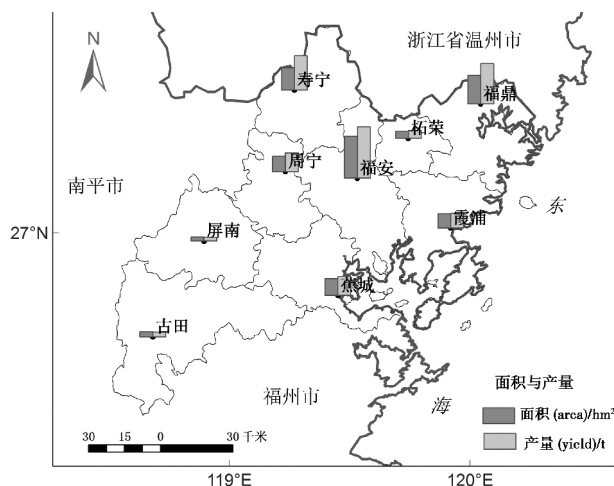


图1 2013年闽东各县市茶叶种植面积及产量分布

Fig. 1 Distribution of tea planting area and yield in northeastern Fujian province in 2013

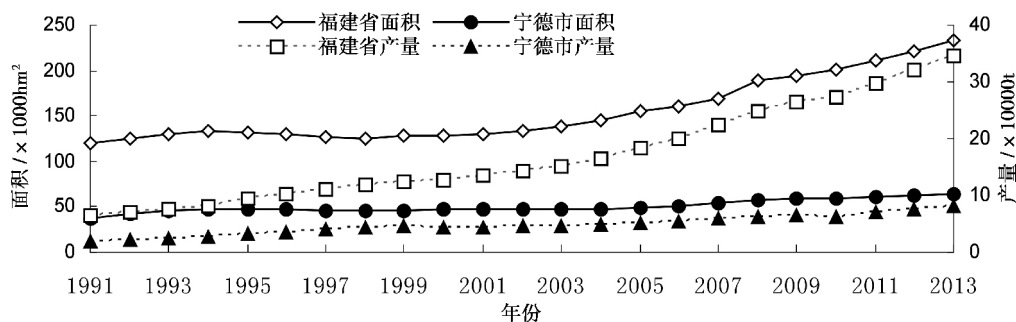


图2 1991—2013年福建省及宁德市茶叶种植面积及产量

Fig. 2 Tea planting area and yield in Ningde city and Fujian province in 1991—2013

表 2 闽东地区茶叶生长主要气候要素隶属度

Tab. 2 Membership degree of main climate elements for tea growth in Mindong district

地名	平均气温	积温	极端低温	年降水量	月降水量	相对湿度	日照百分率	干燥度	最小值
蕉城区	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.995 4	1.000 0	0.873 8	1.000 0	0.969 2	0.873 8
霞浦县	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.946 5	0.991 9	0.929 8	1.000 0	0.722 6	0.722 6
福安市	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.982 2	0.997 6	0.884 5	1.000 0	0.890 8	0.884 5
福鼎市	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.995 0	1.000 0	0.867 2	1.000 0	0.955 0	0.867 2
古田县	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.988 8	1.000 0	0.873 8	1.000 0	0.925 2	0.873 8
寿宁县	0.982 2	0.918 9	0.990 1	0.999 9	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.918 9
柘荣县	0.999 9	0.971 3	0.992 0	0.996 6	1.000 0	0.993 1	1.000 0	0.991 4	0.971 3
周宁县	0.971 0	0.897 9	0.997 1	0.998 4	1.000 0	0.990 0	1.000 0	0.997 6	0.897 9
屏南县	0.995 6	0.937 7	0.987 4	0.996 9	1.000 0	0.998 3	1.000 0	0.991 0	0.937 7

2.2 茶叶气候适宜度年际及年代变化特征

通过对闽东 9 个县市影响茶叶生长适宜度的多年平均(1981—2013 年)主要气候要素隶属度分析(表 2),各县市主要气候要素隶属度都趋近于 1,说明闽东地区具有十分有利于茶叶生长的气候条件。按照木桶理论,最小值可被视为是影响当地茶叶适宜生长的最大制约因素,9 个县市最小值反映的气候要素不尽相同,沿海主要制约要素反映在相对湿度和干燥度方面,如蕉城、福安、福鼎和霞浦;山区主要制约要素反映在积温方面,如寿宁、柘荣、周宁和屏南;由于南部山区古田县各要素趋近于沿海,其主要制约要素也反映在相对湿度方面,因此本文也把古田县划入沿海类别。沿海年平均相对湿度为 77.5%,比山区平均偏低 4.3%,接近于茶叶适宜值(78%),而山区普遍大于 78%,因此相对湿度偏小成为影响沿海茶叶适宜度的最主要要素。山区年平均积温为 4 634.2℃,比沿海偏少 1 516.6℃,沿海与山区积温隶属度方面差别明显,体现了积温是影响山区茶叶适宜度的最主要要素。由于沿海霞浦县近 30 a (1981—2010)年平降水量为闽东最少,比其他县市平均偏少 434.5 mm,而积温同其他沿海相近,因此干燥度隶属度最小,造成干燥度是影响其茶叶适宜度的最主要要素。

通过对 1981—2013 年闽东各县市平均茶叶气

候适宜度对比分析(表 3),除了霞浦县外,其余县市茶叶气候适宜度都在 0.92 以上,总体适宜度条件良好,此外,闽东沿海与山区茶叶适宜度差别明显。沿海县市间茶叶气候适宜度相近,平均为 0.926 4,而山区县之间也彼此相近,平均为 0.963 3,山区适宜度高于沿海,说明山区茶叶气候适宜条件更好。由于霞浦干燥度隶属度最小,影响其茶叶适宜度也最小。

进一步对 1981—2013 年各县市茶叶气候适宜度年际分布特征进行分析(图 3),适宜度随年际波动,1981—1990 年,除霞浦县外,其他县市波动幅度小,适宜度大致都在 0.9 以上,霞浦县在 0.8 以上;1991—2000 年,除了霞浦县适宜度波动增大,数值显著降低外,其他县市在 1991 年、1998 年波动大,总体适宜度减小明显;2003 年以后,除了寿宁、柘荣、周宁、屏南山区县外,福安、蕉城、霞浦、福鼎等沿海县市和古田县适宜度振荡频率和幅度都显著加大,适宜度数值普遍降低。

以年代平均适宜度进行统计分析(图 4),可以进一步看出,1980 年代—1990 年代山区茶叶适宜度变化幅度小,波动稳定,保持良好的气候适宜度(0.95 以上);除霞浦县适宜度随年代呈下降外,其他沿海县市和古田县在 1980 年代、1990 年代适宜度保持在 0.95 以上,但到了 2000 年代,适宜度都呈

表 3 闽东地区各县市平均茶叶气候适宜度

Tab. 3 Mean climate suitability of tea in county of Mindong district

类别		沿海			山区			
蕉城区	霞浦县	福安市	福鼎市	古田县	寿宁县	柘荣县	周宁县	屏南县
0.948 1	0.888 8	0.927 8	0.940 7	0.938 0	0.966 8	0.981 9	0.957 2	0.972 5

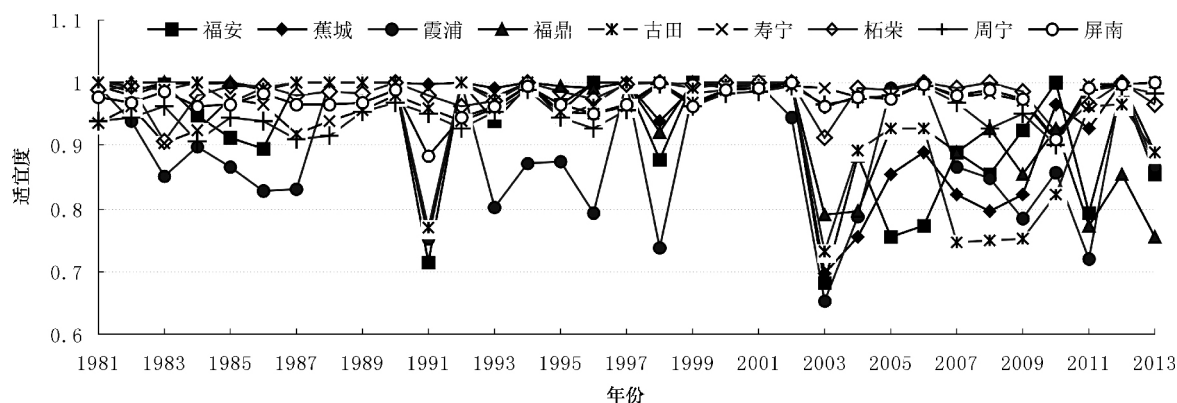


图3 1981—2013年闽东9县市茶叶适宜度变化

Fig. 3 Change of climate suitability of tea in 9 counties of Mindong district in 1981—2013

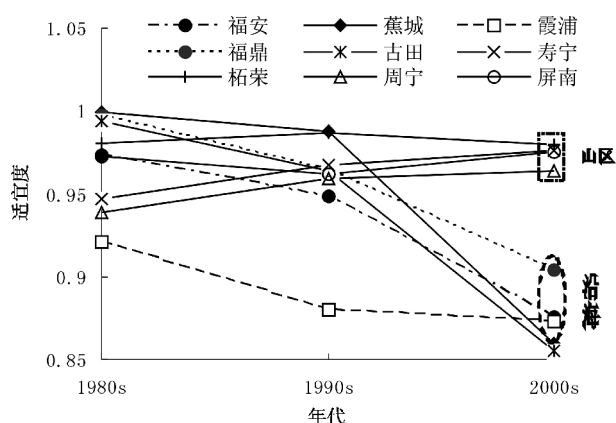


图4 闽东各县市茶叶年代适宜度变化

Fig. 4 Decadal change of climate suitability of tea in county of Mindong district

现显著降低(0.9以下),说明2000年代气候条件对沿海茶叶生长适宜条件影响大,适宜度有明显变差趋势,而山区茶叶适宜度变化小,保持稳定。

2.3 茶叶气候适宜度季节变化特征

各季节茶叶生长的气候条件有明显差异,因此有必要对茶叶主要生产季节的气候适宜度进行分析。为了便于比较春季(3—5月)、夏季(6—8月)和秋季(9—10月)茶叶适宜度变化特征,选取9个县市3个季节的平均气温、月平均降水量、日照百分率和相对湿度4个主要气候要素计算其适宜度,反映光温水条件对茶叶季节适宜度的影响,各季节适宜度都呈波动性变化(图5)。

春季适宜度主要特征:1981—2003年,沿海茶叶适宜度都趋近于1,茶叶生长的气候适宜条件非常好;2004年后,适宜度出现明显振荡波动,数值减小,适宜度普遍变差。1981—1996年,山区茶叶适宜度变化波动比沿海大,数值减小且不稳定;1997—

2007年山区适宜度都稳定在0.9以上,适宜度条件变好;2008—2011年山区适宜度又开始出现小波动,适宜度值有所降低,2012年后又改善提高。整体平均来看,除了1996年、2008—2009年、2011年适宜度在0.9以下外,其他年份适宜度都在0.9以上,说明闽东春季茶叶气候适宜条件好,有利于茶叶的生长发育。1980年代—1990年代,山区适宜度比沿海变化波动大,适宜度也不如沿海;2000s,两者情况刚好相反。

夏季适宜度主要特征:1981—2002年,闽东茶叶适宜度波动平稳,其中山区适宜度稳定,

基本趋近于1.0,适宜条件极好;沿海适宜度在0.8~1.0之间变化,适宜条件比山区差。2003年起,山区适宜度略有波动变化,但总体在0.9以上,适宜条件还较好;而沿海适宜度变化幅度明显增大,有的年份适宜度降低到0.8以下,如2003—2004年、2013年等,其中2004年蕉城、2005年福安适宜度降低至0.6左右,适宜条件明显变差。夏季山区适宜条件明显比沿海好,2003年以后,沿海适宜度变差更加明显。

秋季适宜度主要特征:秋季茶叶适宜度年代变化特点突出,即1980年代适宜度波动相对较小,1990年代波动幅度增大,2000年代变化幅度达到最大,其年代平均适宜度分别为0.97、0.89、0.81,适宜度随年代降低,闽东秋季茶叶总体适宜条件呈现逐年代显著变差趋势。经统计,各年代山区适宜度值都高于沿海,山区秋季茶叶适宜条件比沿海好。

茶叶季节适宜度比较。对1981—2013年闽东春夏秋3个季节茶叶平均适宜度进行比较(图6),3个季节适宜度随年际波动都增大,适宜度值都呈减小趋势。以年代分析,1980年代中3个季节适宜度

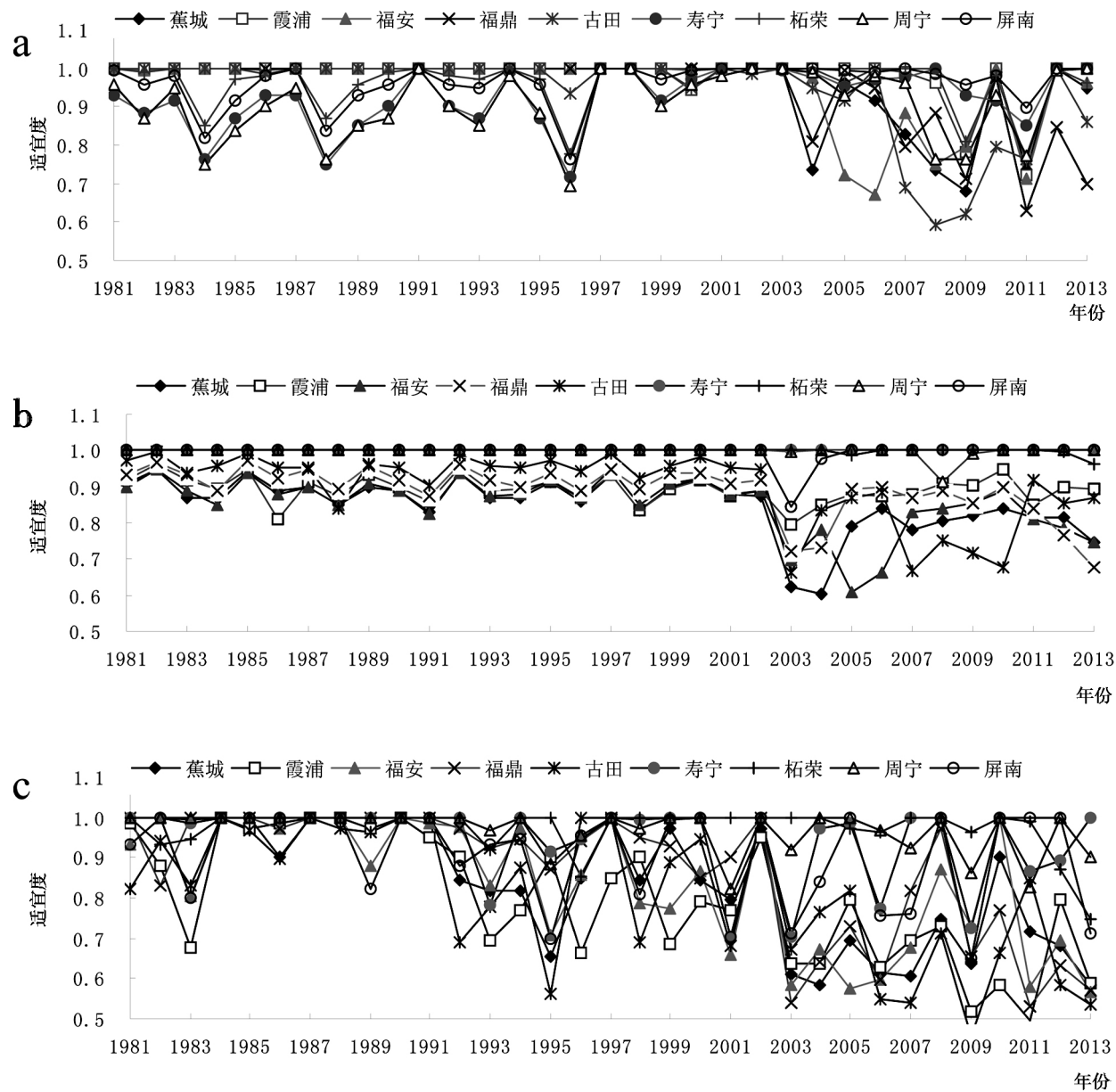


图5 1981—2013 年闽东各县市茶叶气候适宜度季节变化

Fig.5 Season change of climate suitability of tea in 9 counties of Mindong district in 1981—2013

a: 春季(3—5月); b: 夏季(6—8月); c: 秋季(9—10月)

a: Spring(March – May); b: Summer(June – August); c: Autumn(September – October)

变化幅度最小,且较为稳定,季节适宜度值相近,基本都在0.90以上,3个季节适宜条件好,说明了茶叶生长的气候年景优良;1990年代3个季节适宜度变化波动增大,季节间差别明显,其中春夏茶适宜度波动相对小,秋茶波动大;2000年代3个季节适宜度波动振荡更加明显,季节间变化差距拉大,稳定性变差,适宜度值减小,其中秋茶适宜度变化幅度最大。经过Mann-kendall变化趋势显著性检验,3个季节适宜度都呈变差趋势,春茶适宜度年际变化趋

势不显著,而夏茶、秋茶变化趋势显著。春、夏、秋季适宜度年代线性倾向率分别为 -0.023 、 -0.024 、 $-0.078/(10\text{ a})$,也说明了秋茶的适宜度变化最大。通过以上分析,1981—2013年闽东茶叶季节适宜度年代变化差异大,春、夏、秋茶随年代都呈变差趋势,其中夏、秋茶变差趋势显著。

通过对闽东茶叶季节适宜度与4个主要气候要素相关性分析(表4),闽东春、夏季节降水充足,而秋季为少雨偏干季节,春、夏、秋季月平均降水分别

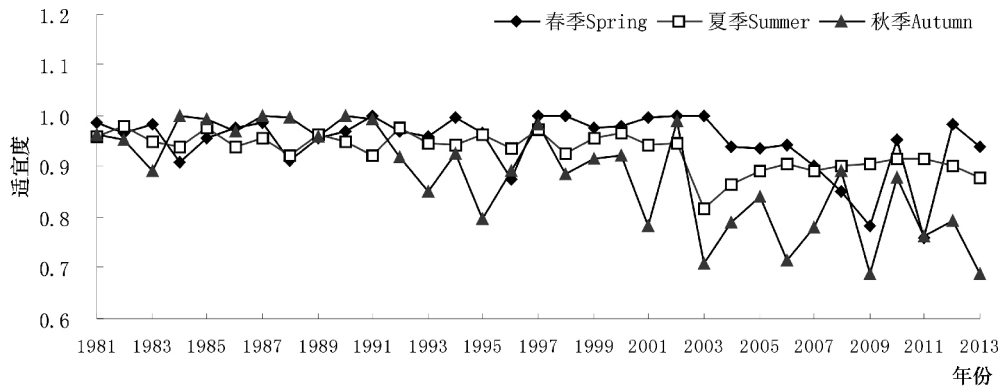


图 6 1981—2013 年闽东茶叶气候适宜度季节变化

Fig. 6 Season change of climate suitability of tea in Mindong district in 1981—2013

表 4 闽东茶叶季节适宜度与主要气候要素相关系数

Tab. 4 Correlation coefficient between main climate elements and climate suitability of tea in Mindong district

季节	月均日照百分率	月均相对湿度	月平均气温	月平均降水量
春季	-0.414*	0.731**	0.381*	0.271
夏季	-0.553**	0.932**	-0.812**	0.198
秋季	-0.678**	0.907**	-0.505**	0.633**

** : 在 .01 水平(双侧) 上显著相关;
* : 在 0.05 水平(双侧) 上显著相关。

为 188.3 mm、237.0 mm、121.4 mm,降水季节分布差异明显,春、夏季降水能够满足茶叶适宜生长需求,适宜度与降水相关不显著,而秋季因降水少,因此对降水量需求显著,降水越多越有利于茶叶生长。气温是影响茶叶品质季节性变化最为突出的气候因子,闽东春季月均气温为 16.2℃,相对夏秋季(分别为 25.7℃、21.4℃)较低,处于茶叶适宜生长的爬升阶段(15~25℃),气温增加越有利于其生长,而夏秋季已处于高温阶段,气温升高会加速叶片老化,持嫩性变差,氨基酸含量下降^[5],反而不适宜茶叶生长,因此这 2 个季节适宜度与气温呈显著负相关。相关性分析显示闽东茶叶季节适宜度都与相对湿度成显著正相关,而与日照百分率成显著负相关,这也反映出茶叶生长特点是喜阴好湿,由于夏秋季气温高,相比春季茶园蒸散量增大,对湿度要求更大,夏秋季相对湿度相关系数明显高于春季,对湿度更敏感,湿度越大越有利于茶叶生长;随着由春季转入夏秋季节,太阳辐射时数增长,日照百分率也相应增加,对喜阴环境下茶叶生长越不利,夏秋季适宜度与日照的相关系数高于春季,说明夏秋季茶叶对日照

条件改善的负效应更为明显,因此茶叶适宜度相对春季也变差。以上分析说明茶叶季节适宜度对气候要素变化的影响反应明显且敏感。

2.4 茶叶适宜度空间变化特征

利用 Arcgis 地理信息软件,对 1980 年代、1990 年代、2000 年代闽东 9 县市茶叶气候适宜度进行反距离加权空间插值(IDW)并就其分布特征进行分析(图 7 a~c),茶叶气候适宜度空间分布具有明显的年代分布特点。在 1980 年代,总体适宜度值较高(0.92 以上),反映茶叶生长的气候适宜环境好,其中最低适宜度值在沿海霞浦县中东部,次低值区在山区寿宁、周宁县,低值区分布分散;最大值区在沿海福鼎市、蕉城区东南部和古田县中西部。1990 年代,总体适宜度值有所降低,最低值区仍然在沿海霞浦县中东部,次低值区在闽东中东部,即周宁县中东部、福安市和福鼎市南部,低值区连片分布;最大值区面积明显缩小,只在蕉城区和柘荣县的局部地区。2000 年代,闽东整体适宜度变差趋势更加显著,适宜度明显降低,沿海县市霞浦、蕉城、福安、福鼎和山区古田县西南大部为适宜度低值区,而山区县寿宁、周宁、柘荣、屏南为高值区,山区适宜度普遍高于沿海。综合上述,根据 1980 年代—2000 年代适宜度分布变化,闽东茶叶气候适宜度随年代呈变差趋势,其中沿海茶叶气候适宜度降低幅度和变差趋势比山区更显著。

对 1981—2010 年闽东常年平均状态下茶叶气候适宜度进行区划分析(图 7d),闽东茶叶总体适宜度在 0.90 以上,其中高值区(0.95 以上)主要在闽东的北部和西部县市(包括福鼎、柘荣、寿宁、周宁、屏南、古田东北部),大部为山区县,其中山区柘荣县为最大值中心(0.97 以上);而闽东的中东部和西

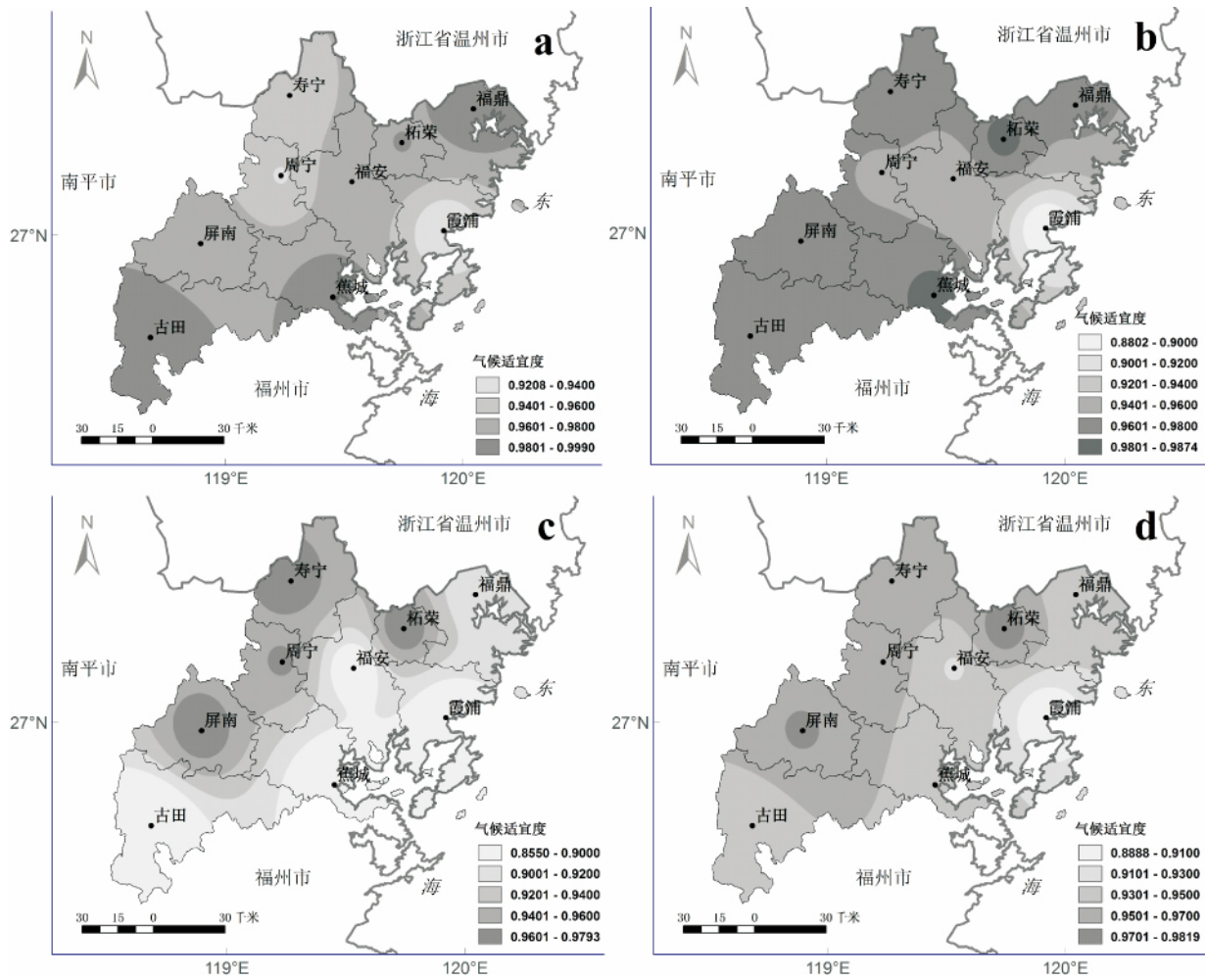


图7 1981—2010 年闽东茶叶气候适宜度年代变化

Fig. 7 Decadal change of climate suitability of tea in Mindong district in 1981—2013
a: 1980s; b: 1990s; c: 2000s; d: 1981—2010(decadal averger)

南部为相对低值区(0.90~0.95),主要包括沿海县市霞浦、福安、蕉城和古田西南部,其中最低值中心在霞浦县。区划分析表明,近30年来闽东茶叶气候适宜度总体较高(0.90以上),气候条件十分有利于茶叶适宜生长,山区茶叶适宜度略高于沿海,气候综合条件更佳。闽东茶叶气候适宜度值高,为适宜生长区,具有适宜生产茶叶的气候资源优势。

3 结论与讨论

通过对影响闽东茶叶适宜生长的8个气候要素隶属度分析表明,各县市制约茶叶适宜生长的气候要素不尽相同,山区主要制约要素反映在年积温方面,而沿海主要制约要素反映在相对湿度和干燥度方面。除了霞浦县外,闽东其余县市茶叶气候适宜度都在0.92以上,总体气候适宜条件良好,山区茶

叶适宜度普遍较高于沿海。

1981—2013 年闽东各县市茶叶气候适宜度随年际波动,1980 年代—2000 年代波动幅度随年代显著增大,山区茶叶适宜度变化幅度相对小,波动稳定,保持良好的气候适宜度;沿海适宜度波动幅度大于山区,随年代减小明显。

闽东各县市茶叶适宜度具有显著的季节性特征。春、夏、秋3个季节适宜度随年际波动都增大,适宜度值都呈减小趋势。1980 年代中3个季节适宜度变化幅度小,波动稳定,季节间差别也小,适宜度值高,适宜条件好。1990 年代季节适宜度变化波动增大,季节间差别明显,其中春夏茶适宜度波动相对小,秋茶波动大;2000 年代3个季节适宜度波动振荡继续加大,季节间变化差距拉大,稳定性变差,适宜度值减小,其中秋茶适宜度变化幅度最大。春、夏、秋茶随年代都呈变差趋势,其中夏、秋茶变差趋

势显著。

1980年代—2000年代适宜度空间变化特征表明,闽东茶叶气候适宜度随年代呈变差趋势,其中沿海茶叶气候适宜度降低幅度和变差趋势比山区更显著。但近30年来闽东茶叶气候适宜度总体较高(0.90以上),闽东气候条件十分有利于茶叶适宜生长,山区茶叶适宜度略高于沿海。闽东地区具有适宜生产茶叶的气候资源优势。

气候适宜度是茶叶生长适宜条件变化的气候综合特征反映,结合了茶叶生长的主要气象条件要求,能够反映气候要素变化对茶叶生长的影响,可以衡量和比较茶叶生长的适宜状态。基于木桶原理考虑,文章所选取气候要素对茶叶生长影响按照等权重来计算适宜度,是基于各气候要素对茶叶生长影响作用同等重要考虑。实际也可以根据茶叶生长过程对气候要素不同要求或所起作用贡献大小,对气候要素选择不同权重来设定适宜度。

气候变化对闽东茶叶适宜度有明显影响,适宜度有变差趋势,为应对气候变化带来的不利影响,可以通过加强茶园基础设施,改善茶园小气候条件和增强防御灾害性天气的管理措施,如夏秋季节可以采取喷灌等技术预防干旱和增加湿度,通过人工方法改善茶叶生长的适宜条件,提高茶叶的产量和品质。

参考文献(References)

- [1] 陈思宁,申双和,刘敏,等. 湖北省茶树气象灾害模糊综合评价及区划[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 298-303 [Chen Si-ning, Shen Shuanghe, Liu Min, et al. Fuzzy synthetical evaluation of meteorological disasters to Camellia Sinensis (L. O. Ktze) and its regionalization in Hubei Province[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(12): 298-303]
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴(2014) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2005. [National Bureau of Statistic of China. China Statistical Yearbook(2014) [M]. Beijing: China Statistic Press, 2005.]
- [3] 霍尚一,林坚. 中国茶叶出口的影响因素及潜力分析[J]. 技术经济, 2010, 29(11): 86-90 [Huo Shangyi, Lin Jian. Analysis on influencement factors and potential of China's tea export[J]. Technology Economics, 2010, 29(11): 86-90]
- [4] 黄寿波. 我国茶树气象研究进展(综述) [J]. 浙江农业大学学报, 1985, 11(1): 87-93 [Huang Shoubo. Advances in meteorological research on tea plants in China (a summary) [J]. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1985, 11(1): 87-93]
- [5] 李倬. 茶与气象[M]. 北京: 气象出版社, 2005. [Li Zhuo. Tea and meteorological[M]. Beijing: Meteorological Press, 2005.]
- [7] 黄寿波. 浙江茶区茶树旱热害的气候分析[J]. 茶叶, 1981(2): 8-11 [Huang Shoubo. Climatic analysis of high temperature and drought disaster on Zhejiang tea area [J]. Chaye Journal of Tea, 1981(2): 8-11]
- [8] 薛美莲,陈坤生. 气象因子对1992年春季茶的影响[J]. 浙江气象, 1992, 13(4): 26-29 [Xue meilian, Chen kunsheng. Effect of meteorological factor on Spring tea in 1992 [J]. Zhejiang Meteorological, 1992, 13(4): 26-29]
- [9] 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 [Wu Yang, Jin Zhifeng, Ye Jiangang, et al. Teleconnection analysis between Spring Frost damage on tea in Zhejiang Province and sea surface temperature in Pacific [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2014, 35(4): 434-439]
- [10] 黎小萍,陈华玲. 浅谈环境对优质绿茶品质的影响[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2003(4): 33-34 [Li Xiaoping, Chen Hualing. Influence environment on excellent quality green tea [J]. Newsletter of Sericulture and Tea, 2003(4): 33-34]
- [11] 张汝. 云南热区热带作物农业气候条件的适宜度分析[J]. 中国农业气象, 1988, 9(2): 19-20 [Zhang ru. Adaptability analysis of agricultural climatic condition for tropical crop in tropical region of Yunnan [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 1988, (2): 19-20]
- [12] 李湘阁,阎庆文,余卫东. 南京地区茶树生长气候适应性研究[J]. 南京气象学院学报, 1995, 18(4): 572-577 [Li Xiangge, Min Qingwen, Yu Weidong. Study of climatic adaptability of tea plants in Nanjing area [J]. Journal of Nanjing institute of meteorology, 1995, 18(4): 572-577]
- [13] 罗京义,晏理华,徐大红,等. 铜仁地区茶树生长的气候适应性分析及优质绿茶种植区划[J]. 茶叶科学, 2011, 31(2): 136-142 [Luo Jingyi, Yan Lihua, Xu Dahong, et al. Climate adaptability analysis for planting regions of high quality green tea in Tongren district [J]. Journal of Tea Science, 2011, 31(2): 136-142]
- [14] Huang Shoubo. Meteorology of the tea plant in China [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1989, 47(1): 19-30
- [15] 黄寿波. 我国主要高山名茶产地生态气候的研究[J]. 地理科学, 1986, 6(5): 125-132 [Huang Shoubo. Study on ecologic climate of famous tea growing in some high mountainous areas in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 1986, 6(5): 125-132]
- [16] 童启庆. 茶树栽培学(第三版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 22-87 [Tong qiqing. Tea cultivation science(3rd Editor) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000: 22-87]
- [17] 周玉瑶. 福建茶叶的起源和发展[J]. 福建茶叶, 2003, 6(6): 52-53 [Zhou Yuyao. The origin and development of tea in Fujian [J]. Fujian Tea, 2003, 6(6): 52-53]
- [18] 福建省统计局. 2014福建统计年鉴(2014年) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2005. [Bureau of Statistic of Fujian Province. Fujian Statistical Yearbook(2014) [M]. Beijing: China Statistic Press, 2005.]

Variation Characteristics of Climate Suitability of Tea in Eastern Fujian

YU Huikang

(Meteorological Bureau of Ningde City of Fujian Province , Ningde 352100 , Fujian , China)

Abstract: Tea is one of the main economic crops in China , climate change has an important effect on the growth of tea. By using the data of climate factors from 9 counties during 1981—2013 in northeastern Fujian province of China , which is the main production area of tea , and using the method of fuzzy mathematics to construct the model of climate suitability for tea , the paper analyzed its change characteristics of years , decadal and season scale , using the ArcGIS geographic information software to analyze the spatial variation characteristic of the climate suitability of tea. The results show that , it's good that the growth climate conditions of tea in northeastern Fujian province overall , the value of suitability is high. But there are also some restriction factors , the main climate restriction factors for tea suitable condition in mountainous county are the accumulated temperature , but the coastal counties are relative humidity and drying level. By the impact of climate change , the climate suitability of tea has obvious fluctuations with annual , the decadal amplitude of variation in coastal county tea more than that in mountain county , and its wave more unstable either , the variation trend is more significant than the mountain county. Seasonal characteristics display the climate suitability of tea in spring , summer and autumn are also the volatility increases and decreases in value with decadal , the suitability changes small in spring , but the variation trend change significantly in summer and autumn. According to the effects of climate change on the suitability of tea in northeastern Fujian province , the paper suggests to improve the microclimate conditions of tea garden and strengthen disaster prevention ability to eliminate unfavorable influence of climate change by the infrastructure construction.

Key words: tea; climate; suitability; characteristics

封面照片: 孙水河

孙水河是金沙江水系安宁河中游左岸的一条支流 , 位于四川省凉山彝族自治州的中北部 , 流域地貌以中高山为主。全流域的大部分属于喜德县 , 仅河流下游靠近河口地带属冕宁县。流域中上游出露的岩性主要为紫红色砂岩和泥岩等 , 具有强度较低、易遭受侵蚀和风化、水敏感性强的特征。流域气候属亚热带季风气候和高原气候 , 温和湿润 , 降水丰富。据喜德县气象站资料 , 年平均气温约 14℃; 年平均降水量约 1 000 mm , 但降水的时空分布不均 , 时常出现局地暴雨。因此 , 流域属山地灾害多发区域。2012 年 8 月 31 日 , 因连续强降雨 , 导致该流域大范围发生泥石流、滑坡、山洪等山地灾害 , 造成巨大损失。

照片为 2012 年 8 月 31 日洪灾中 , 喜德县城孙水河大桥附近被洪水冲毁后修复的河堤与公路护坡。

(嘉 益)