

3S 技术在农业气候论证中的应用研究

殷剑敏¹ 李迎春¹ 霍治国² 辜晓青¹

(1 江西省气象科学研究所,南昌 330046;2 中国气象科学研究院,北京 100081)

摘要 以江西省会昌县实施烟稻轮作为实例,阐述了应用 3S 技术进行烟稻轮作农业气候论证的技术方法,并根据气候论证结果提出了会昌县不同小气候地域的单、双季水稻田改制为烟稻轮作的建议,该建议已被当地政府采纳。该方法同样可用于其它农作物种植的气候论证。

关键词 3S 技术 烟稻轮作 农业气候论证

引言

江西省会昌县有种植烤烟的传统,但一直形不成规模效益。近年来,在农业产业结构调整中,经济效益较好的烤烟种植被逐步看好,而且烟稻轮作属水旱交替轮作,改善了土壤结构,破坏了病、虫、草的生成条件,可减少病虫害危害。由于目前采用先进的育苗技术,烤烟苗期生长无需在大田进行,使原来部分只能种一季稻的水田也可以实行烟稻轮作,提高了土地复种指数,晚稻产量还略有增长。

虽然实行烟稻轮作有上述种种好处,但从气候条件来讲,并不是所有的水稻田都能改制为烟稻轮作。会昌县位于江西省的东南部,武夷山余脉西,南岭余脉北端,属中亚热带山区县,境内东西长 56 km,南北长 85 km,总面积 2722.18 km²,低丘陵山区面积占全县总面积的 80%,全县山、水、田、园、路概括为“八山半水一分田、半分道路和庄园”。有耕地面积 20923.7 hm²,其中水田面积 16666.7 hm²,从海拔 100 m 到 900 m 均有分布。因此,必须从农业气候资源有效性的角度分析不同地域、不同海拔高度的水田实行烟稻轮作的可行性及品种搭配,才能实现充分利用气候资源的目的。

本文综合应用 RS (Remote Sensing 遥感)、

GIS (Geographic Information System 地理信息系统)、GPS (Global Positioning System 全球定位系统)(简称 3S)及计算机等技术,以江西省会昌县调减早稻种植、扩大烟叶种植面积为例,研究利用 3S 技术在调整农业产业结构中进行气候论证的技术方法。

1 烤烟生产与气候条件

气候条件既是烤烟生产必要的环境条件,又是烤烟生产获得优质、高产不可缺少的基本因素。根据研究^[1],烤烟全生育期需日照时数至少 1000 h 以上,其中大田生长期(4~6 月)需日照时数 300 h 以上。烤烟地上部分在 8~38℃ 范围均可生长,大田生长期需大于等于 10℃ 积温 1400℃ 以上。烤烟株高叶大,全生育期需水较多,每生产 1 kg 干烟叶,约需水 3000 kg,若以 666.7 m² 产干烟叶 120~160 kg 计,共需水 360~480 m³,折合降水量 540~720 mm。

会昌县烤烟全生育期为 12 月中旬至 7 月上中旬,该时段内会昌县日照时数为 980 h 左右,略显不足,4~6 月日照时数 450 h 以上,能满足大田生长需要;4~6 月大于等于 10℃ 积温在 2000℃ 以上;烤烟全生育期的平均降水量 1100 mm 以上,远远超过烤烟全生育期生长所需的降水量。

中国气象局基金项目“新一代农业气象业务服务系统——农业气候资源开发利用子系统软件开发”和国家“十五”科技攻关项目“农林重大病虫害和农业气象灾害的预警及控制技术”(2001BA509B14)资助

收稿日期:2003 年 5 月 14 日;定稿日期:2003 年 7 月 10 日

作者简介:殷剑敏,男,1962 年生,高级工程师,在读博士,主要从事 3S 技术在农业气象中的应用研究,Email:yjml63@sina.com

2 烟稻轮作对气候的要求

烟稻轮作是指将原来的双季稻或一季稻改为“烤烟+晚稻”的种植模式,实施该模式的气候要求是既要保证烤烟的顺利采收,又要保证晚稻正常抽穗和成熟。会昌县光、热、水等气候资源均能满足一季烤烟的正常生长发育、品质形成,但要在年内同时满足一季烤烟和一季水稻(简称烟稻轮作)生育的需要,则并不是全县所有地方的气候条件都适宜,其中热量条件是最主要的制约因素。因此,对烟稻轮作所需的热量条件进行分析,是判断一地能否实施烟稻轮作的关键。

会昌县烤烟生产过程中普遍采用了大棚或地膜育苗假植技术,可使育苗季节提早,烟叶苗在移栽大田之前已有6叶1心或8叶1心。当日平均气温稳定通过10℃时即可移栽至大田,至少7月中旬前应该采收完毕,以便及时栽插晚稻。日平均气温稳定在20℃以上可保证晚稻正常抽穗扬花,否则易受寒露风威胁减产或不能正常成熟。

根据水稻品种特性,晚稻有早、中、晚熟三种不同品种,它们对气候资源(尤其是热量资源)的要求是不同的。研究表明^[2],早熟晚稻的全生育期120天左右,秧龄期35天左右,齐穗至成熟约需30天左右,从移栽至抽穗扬花至少需要55天以上。从烤烟7月20日前收获完毕(晚稻开始栽插)至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数至少55天以上才能保证早熟晚稻的正常抽穗扬花,这是保证实施烟稻轮作能够成功所需气候条件的最低标准。

3 技术方法

近年来,3S技术在农业气候资源分析计算和土地资源遥感方面得到了广泛的应用,积累了成熟的技术。如第三次全国农业气候区划中应用GIS技术,把对气候条件影响显著的地理背景信息(经度、纬度、海拔高度、坡向、坡度等)数字化,结合气象站的气候观测资料数据库,运用GIS的空间分析技术将气候要素推算到小网格点上,小网格分辨率可细化到几十米的量级,由此可估算出任何气候观测站地区的气候资源状况^[3-4],这种推算结果反映了气候资源随水平和垂直两个方向连续变化的特征,具有一定的客观性和科学性。

利用卫星遥感宏观性、实时性和真实性的特点,

运用高分辨率的资源卫星遥感资料,结合GPS野外考察定位和计算机监督分类相结合的方法,可解译出一个地区的水田、旱地、荒地、森林植被、水体、居民点等农业景观信息^[5-6]。

把GIS制作的气候资源分布图与遥感解译的水田分布图进行空间叠加复合,就可得到每个田块农业气候资源特征,为农业气候可行性论证提供了重要的依据。基于3S技术的农业气候论证流程见图1。

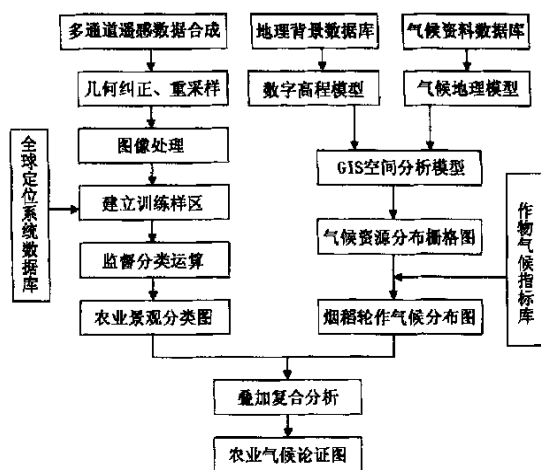


图1 基于3S技术的农业气候论证流程

3.1 会昌县水稻田分布遥感解译

本文采用的资源卫星遥感资料为中巴1号数据,首先用会昌县的1:10万地形图对遥感图像进行几何精纠正;其次,应用GPS对会昌县的水稻田块进行野外考察定位,选取了不同方向的4个乡镇共87个考察点,并数字化了该县1:50万的土地利用图作参考,对全县1:25万地理数据进行了技术处理,应用GIS软件将等高线转换成坡度图和高度图。最后运用Erdas公司的Imagine 8.4图像处理软件的强大地理链接功能,将中巴1号卫星资料影像图、会昌县水田地类信息、GPS定位信息、坡度图和高度图进行地理链接,做点对点的分析比较,建立会昌县水稻田解译标志。采用分景处理的办法对覆盖会昌县的中巴1号卫星资料影像进行处理,对影像建立训练样区,对各种地类的光谱分离度进行分析,采用最大似然法对卫星资料影像进行计算机监督分类。通过图像镶嵌功能,将不同的分类图合成为会昌县水稻田块分布图,得到该县水稻田块的像元数和面积。解译出来的会昌县水稻田块分布图见图2。

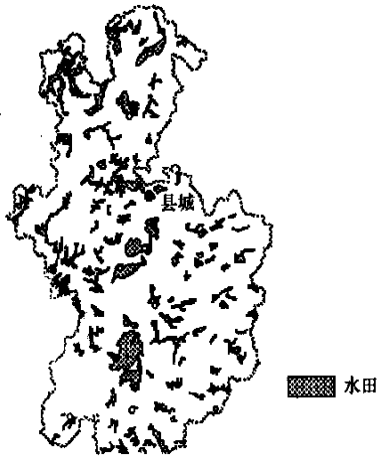


图 2 遥感解译的会昌县水稻田块分布图

3.2 GIS支持下的烟稻轮作气候分区

3.2.1 会昌县气候资源空间分析模型

气候资源由于纬度、海拔高度、坡向、离海远近及下垫面性质不同而存在明显的空间分布差异。在会昌县仅县城设有一个长期气候观测站,该站点7月中下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数仅能反映县城附近的情况,不能代表全县。为客观反映全县不同地域7月中下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数,应用GIS的空间分析功能进行推算。由于一个县的地理区域较小,因此可不考虑地理经纬度对气候条件的影响,海拔高度、坡度、坡向等地形因子对局地气候条件影响较大,但无论山区还是平原,水稻田一般不在山坡上,故建立水稻田气候资源空间分析模型时仅考虑海拔高度的影响。

根据烟稻轮作所需的气候条件,确定会昌县7月中下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数作为气候论证指标,采用该县山区不同海拔高度短期气候考察站的资料经订正延长至40年(与县城长期气候观测站资料长度一致),经多元回归分析建立会昌县7月中下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数随海拔高度变化的空间分析模型:

$$T_{\text{day}} = 83 - 4.01h \quad (1)$$

上式中, $r = 0.97$, $\alpha = 0.01$,达显著相关。 T_{day} 为会昌县任意海拔高度自7月20日至日平均气温稳定通过20℃终日间的的天数, h 为海拔高度,单位为100 m;4.01为递减率,表示每上升100 m,天数减少约4天。

3.2.2 数字高程模型(DEM)的建立

由式(1)可知,只要知道某地海拔高度,就可计

算出该地晚稻从栽插到抽穗适宜的天数。因此,要推算出全县其它不同区域的值,先必须建立会昌县的DEM,它带有空间位置特征和地形属性特征等数字化信息,是对气候因子进行空间分析运算必不可少的基础组成部分。在DEM生成方法中采用现行较普遍的等值线插值法^[7],即在会昌县1:25万地形图的基础上用带有向量格式的等高线图层,给定网格大小(也称分辨率),在GIS中内插生成DEM(图略)。考虑到会昌县面积较小和气候因子分布具有一定的时空连续性,我们给定100 m×100 m大小的网格,足以反应该县7月中下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数的实际分布特征。

3.2.3 气候资源分布图的计算

烟稻轮作重点考虑的气候资源为7月下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数。在GIS空间分析模块中,把式(1)与DEM作空间运算,就可得到与DEM具有相同分辨率的会昌县晚稻从栽插到抽穗扬花之间日数的实际分布图(图略),逻辑运算过程见图3。

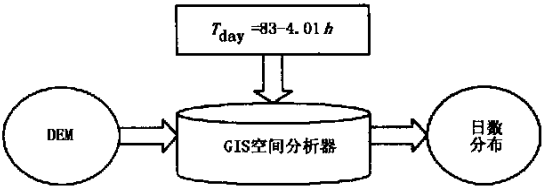


图 3 GIS下的气候资源逻辑运算图

3.2.4 烟稻轮作气候分区

由于实施烟稻轮作时不同晚稻的品种熟性对气候资源的要求不一样(表1),在得出会昌县7月中下旬至日平均气温稳定通过20℃终日间的日数实际分布图基础上,还要根据表1的指标要求在GIS中进行分级运算,最终得出4个烟稻轮作气候区:不宜轮作区,烟-早熟晚稻轮作区,烟-中熟晚稻轮作区和烟-晚熟晚稻轮作区(图略)。

表 1 会昌县烟稻轮作气候分级标准

7月中下旬至日平均气温 稳定通过20℃终日间的日数	烟稻轮作 品种搭配
≥55天	烟-早熟晚稻轮作
≥65天	烟-中熟晚稻轮作
≥70天	烟-晚熟晚稻轮作
<55天	不宜轮作

为了更明确哪些水稻田块不能够实施烟稻轮作,对能够实施烟稻轮作的田块又怎样安排晚稻品种搭配,还必须进一步计算。

3.3 水稻田块烟稻轮作的气候分区

为了计算所有水稻田块上实施烟稻轮作的气候资源分布,将图 2 中的图像(栅格)数据定义如下:

$$R_{ice}(i,j)=\begin{cases} 1 & (i,j) \in \text{水稻} \\ 0 & (i,j) \notin \text{水稻} \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中, $R_{ice}(i,j)$ 表示图像中第 i 行 j 列的数据,当该像元为水稻时则赋值为 1,否则赋值为 0。

将图 4 的图像(栅格)数据定义为:

$$D_{ays}(i,j)=\begin{cases} 0 & (i,j) \in \text{县界之外} \\ 1 & (i,j) \in \text{烟+早熟晚稻} \\ 2 & (i,j) \in \text{烟+中熟晚稻} \\ 3 & (i,j) \in \text{烟+晚熟晚稻} \\ 4 & (i,j) \in \text{不宜轮作} \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中, $D_{ays}(i,j)$ 表示烟稻轮作气候分区图中网格点 (i,j) 的值,当该点不在县界之内,赋值为 0;若该点气候资源不宜轮作,则赋值 4;对能够轮作的网格点,根据其气候资源计算数量,分别安排早、中、晚熟晚稻品种,相应赋值为 1、2、3。

应用 GIS 的图层运算功能,将水稻田块分布图(图 2)与烟稻轮作气候分区图两个图层作交集运算,计算公式如下:

$$R_{ice}(i,j) \times D_{ays}(i,j)=\begin{cases} 0 & (i,j) \in \text{县界之外} \\ 1 & (i,j) \in \text{烟+早熟晚稻田} \\ 2 & (i,j) \in \text{烟+中熟晚稻田} \\ 3 & (i,j) \in \text{烟+晚熟晚稻田} \\ 4 & (i,j) \in \text{不宜轮作稻田} \\ 5 & (i,j) \in \text{非水稻田} \end{cases} \quad (4)$$

若网格点上既具有水稻田块信息又有烟稻轮作气候分区某个分区的信息,则表示该点为会昌县可实施烟稻轮作的区域,交集运算结果图见图 4,即基于 3S 技术的会昌县烟稻轮作气候论证图,分为 5 个区,分别为不能实施烟稻轮作的一季稻区、烟-早熟晚稻轮作区、烟-中熟晚稻轮作区、烟-晚熟晚稻轮作区和其他类区。

4 会昌县烟稻轮作气候分区评述

(1)不能实施烟稻轮作的一季稻区。该区的水田海拔高度 700 m 以上,如果种植烤烟光、热、水等气候条件能保证它的成熟,但晚稻栽插后至日平均

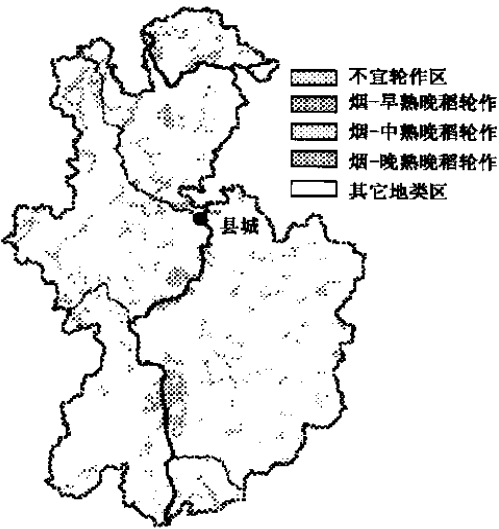


图 4 基于 3S 技术的会昌县烟稻轮作气候论证图
气温稳定通过 20℃终日间日数少于 55 天,还不能保证早熟晚稻的正常抽穗。因此该区的水田只能种植一季“烤烟+冬作”或“一季稻+冬作”,而不能实施烟稻轮作。

(2)烟-早熟晚稻轮作区。该区水田海拔高度 500~700 m,原多为一季稻田,晚稻栽插至日平均气温稳定通过 20℃终日间日数为 55~65 天,能保证早熟晚稻的正常抽穗和成熟,可实行烟-早熟晚稻轮作制。

(3)烟-中熟晚稻轮作区。该区水田海拔高度 400~500 m,双季稻和单季稻并存,晚稻栽插至日平均气温稳定通过 20℃终日间日数为 65 天以上,能保证中熟晚稻的正常抽穗和成熟,可实行烟-中熟晚稻轮作制。

(4)烟-晚熟晚稻轮作区。该区水田海拔高度在 400 m 以下,主要为双季稻区,晚稻栽插至日平均气温稳定通过 20℃终日间日数在 70 天以上,能保证晚熟晚稻的正常抽穗和成熟,可实行烟-晚熟晚稻轮作制。

(5)其它地类区。该区是指除水田以外的其他地类型,如旱地、植被等。

5 几点建议

(1)在烟稻轮作的不同分区,烤烟移栽至大田应尽量与稳定通过 10℃初日同步。烟-早熟晚稻区可安排在 3 月 20 日前,烟-中熟晚稻区可安排在 3 月 16 日前,烟-晚熟晚稻区可安排在 3 月 14 日前,

并尽量安排在 6 月底至 7 月上旬末采收完毕,这样既可保证烤烟有足够的大田生长期,又可保证晚稻的正常抽穗成熟,还可避免 7 月中旬初的高温。

(2) 会昌县实施烟稻轮作改制的重点是海拔 500 m 以下的一季稻区。该区实施烟稻轮作不仅可提高耕地的复种指数,充分利用光、热、水等气候资源,而且由于该区海拔较高,降水增多,能保证烤烟正常生长发育所需的水分,昼夜温差大,高温天气少,有利于烟叶品质的提高。但由于山高水冷,部分冷浸田和背阳田光照不足,热量略显紧张,不宜盲目改制为烟稻轮作。

(3) 海拔 500 ~ 700 m 的单季稻田,其热量条件可满足实施烟 - 早熟晚稻轮作制所需,但由于山体较高,降水多,日照少,湿度大,不利于烤烟品质的提高。况且季节也较紧张,如若劳力不足,则有改制失败的风险,因此,在该区单季稻田实施烟稻轮作应谨慎行事。

(4) 双季稻区光照、热量资源充足,是实施烟稻

轮作的重点地区。但低洼地在汛期(4 ~ 6 月)易受洪涝影响,不利烟叶大田生长,烤烟成熟期的高温 and 较小的昼夜温差影响了该区烤烟的品质,略显不足。但只要管理得当,季节安排合理,就可获得较高的产量和较优的品质。

参考文献

- 1 贺升华,任炜,程建刚,等.烤烟气象.昆明:云南科技出版社,2001
- 2 全国杂交稻气象科研协作组.杂交水稻气候适应性研究文集.北京:气象出版社,1985.10
- 3 陈晓峰,刘纪远,张增详,等.利用 GIS 方法建立山区温度分布模型.中国图象图形学报,1998.234 - 238
- 4 殷剑敏,魏丽,王怀清.地理信息系统在农业气候资源评估和农业气候区划中的应用研究.南昌大学学报,2000,24:138 - 142
- 5 王思远,张增详,赵晓丽,等.GIS 支持下不同生态背景的土地利用空间特征分析.地理科学进展,2001,(4):324 - 330
- 6 魏丽,王保生,殷剑敏.吉泰盆地农业生态环境现状分类技术的研究.江西农业大学学报,2000,(1):120 - 122
- 7 邬伦,刘瑜,张晶,等.地理信息系统——原理、方法和应用.北京:科学出版社,2002

Application of SSS Technique to Agroclimatology Demonstration

Yin Jianmin¹ Li Yingchun¹ Huo Zhiguo² Gu Xiaoqing¹

(1 Meteorological Science Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330046, China)

(2 Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: As a sample, based on the SSS technique, agroclimatology demonstration for the turning planting between tobacco and rice was done in Huichang County of Jiangxi Province. The method is described. According to the results of climate demonstration, several suggestions, which have been adopted by the local government, are put forward for the conversion from single/ double-crop rice to the turning planting between tobacco and rice in different microclimate areas in Huichang County.

Key words: SSS technique, turning planting between tobacco and rice, agriculture climate demonstration