

基于 SOTER 数据库和 GIS 技术的龙眼适种地遴选*

陈志强¹ 陈健飞^{2†} 谢先全³

(1 福建师范大学自然资源研究中心, 福州 350007)

(2 广州大学地理科学学院, 广州 510405)

(3 集美大学理学院, 福建厦门 361021)

SUITABLE SITES SELECTION FOR *EUPHORIA LONGANA* BASED ON FUJIAN SOTER DATABASE AND GIS

Chen Zhiqiang¹ Chen Jianfei^{2†} Xie Xianquan³

(1 Research Center of Natural Resources, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

(2 School of Geographical Sciences, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

(3 School of Sciences, Jimei University, Xiamen, Fujian 361021, China)

关键词 土地适宜性; 果树布局; 龙眼; SOTER; GIS 应用; 福建省

中图分类号 S15 文献标识码 A

我国热带和南亚热带地区(简称热区)光热水资源十分丰富,在农业综合开发上,应重点发展经济价值高、适于山地丘陵种植的外向型名特优水果,如龙眼、荔枝等^[1]。龙眼是原产华南地区的名贵水果,其生产分布受自然条件影响很大,我国乃至世界适宜龙眼生产的范围不大,我国龙眼的主产区分布在福建和台湾^[2]。长期以来我国龙眼产量较不稳定,气候条件的影响是重要原因,但迄今有关气候因素与龙眼产量关系的研究尚未能较为准确地揭示其间的变化关系^[3],同时现有关于龙眼适种地分布的研究也多为基于单一气候因素,而用综合指标遴选龙眼适种地的研究鲜见报道。

SOTER(Soil and Terrain Digital Database, 土壤—地体数字化数据库)是依托地理信息系统技术创建的理论和方法,依据地形图、岩性图和土壤图等要素图构造 SOTER 单元图作为各种土壤土地属性赋值的基本空间框架,建立起 SOTER 属性数据库,用于土地适宜性、土地退化危险性、灌溉适宜性、土壤肥力和土地生产力评价等。用该方法在全球不同的地

区以不同比例尺进行了试验研究和应用研究,对一些问题的解决起到了关键作用^[4]。鉴于龙眼生长发育对气候条件的要求较为严格,而且福建省地形复杂,气候环境差异较大,因此选择最适宜区域种植,才能有利于龙眼生产的发展^[5]。本文依据龙眼生长的主要气候生态要求建立评价模型,以福建省 SOTER 数据库为基本数据源,应用 GIS 的空间分析功能,对福建全省范围作龙眼种植适宜性评价,从而为合理利用热区土地资源和调整果树生产布局提供科学依据。

1 龙眼栽培的适宜生态环境条件

龙眼以海拔 1 100 m 以下的中低山、丘陵地区的赤红壤和砖红壤为其最适生长区,尤以微酸性至酸性, pH 值在 5.5~6.5 的土壤生长最佳^[6];龙眼怕霜冻和风害,宜选阳坡、半阳坡或背风的丘陵山坡种植,一般 25° 以上的陡坡不宜种植龙眼^[2];龙眼喜温忌冻,最宜年均温为 20~22 °C,无严重冻害、极端最

* 国家自然科学基金项目(40371054)、福建省科技厅重大项目(20031002)、教育部骨干教师资助项目和福建省自然科学基金项目(D0010008)资助

† 通讯作者, E-mail: cjf@gzhu.edu.cn

作者简介:陈志强(1978~),男,在职博士研究生,研究方向为资源环境与 GIS 应用。E-mail: soilzhiqiang061@sina.com

收稿日期:2004-07-09;收到修改稿日期:2004-11-01

低温度不低于 -3°C 是龙眼栽培区的必要条件之一^[5,7-10], 同时还要求年雨量大于 $1\ 100\ \text{mm}$ ^[8], 年日照时数在 $1\ 500\ \text{h}$ 以上^[2,8]。综合分析, 本研究采用的龙眼栽培适宜生态环境指标归纳如表 1。

表 1 龙眼栽培的适宜生态环境条件

项 目	适宜指标
土壤类型	红壤、赤红壤
地形坡度	$< 25^{\circ}$
地形坡向	南、西南和东南
一月份平均气温	$> 10^{\circ}\text{C}$
年均温	$> 19^{\circ}\text{C}$
极端最低气温	$> -3^{\circ}\text{C}$
年降水量	$> 1\ 100\ \text{mm}$
年日照时数	$> 1\ 500\ \text{h}$

2 空间数据来源与数据处理

2.1 SOTER 数据库的图层选择

SOTER 数据库含有丰富的空间和属性数据, 本研究选取了福建省 SOTER 数据库^[11] (比例尺为 1:20 万) 中的地貌图、坡度图、坡向图、土壤图以及政区图。适宜性遴选分析涉及的气候要素空间数据需补充制备, 其数据处理过程如下。

2.2 气候要素图层的制备⁽¹⁾

GIS 是一种采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的计算机系统, 是分析和处理海量地理数据的通用技术^[12]。运用 GIS 软件对福建省气象站各气候要素数据进行空间插值, 以求得气候要素的栅格图层, 可大致反映福建省内气候资源的空间分布情况。但由于观测点的空间分布较稀疏, 平均每个观测点约代表 $1\ 700\ \text{km}^2$ 的广大地域, 显然不足以反映气候资源空间分布的区域差异, 这对地形地貌复杂、气候特征变化显著的多山省份福建更是如此。为能更准确地反映全省气候资源的立体分布情况, 本研究采用小网格推算模型来推算无测站地区的气候资源状况。

推算无测站地区的气候资源状况, 历来受到气

候学界的重视, 一般气候要素的空间分布可表示为: $y = y^* + y_g = f(\Phi, \lambda, h) + y_g$ 。式中, y^* 为气候要素, 仅受宏观地理因子(纬度 Φ 、经度 λ 和海拔高度 h) 影响, 一般可拟合出某个气候方程 $y^* = f(\Phi, \lambda, h)$; y_g 为微观地形因素(包括局地坡地方位、地形形态、植被、土壤和各种小水体) 对要素 y 影响的订正值, 或简称小地形订正。 y_g 项可视为所拟合的气候方程的残差部分, 即: $y_g = y - y^*$ 。目前采用较多而又比较成熟的气候方程形式是多元回归模式: $y = \alpha_0 + \alpha_1 \Phi + \alpha_2 \lambda + \alpha_3 h + y_g$ 。

由于福建省南北跨度大, 地形复杂, 境内出现 3 种明显的气候差异, 即南亚热带气候、中亚热带气候和中亚热带山地气候。因此, 全省难以用一个推算模型来描述气候要素和地理因子的关系。为此, 以往的作法是先将全省划分为若干个区域, 然后分区建立多元回归模式, 以提高拟合精度, 减少误差, 但由于各区域边界信息不明确, 致使边界附近的点采用不同模式推算的气候资源要素值差别很大。为解决这一问题, 本研究采用趋势面分析方法统一地对全省气候要素进行拟合, 既达到了比多元回归分析高得多的拟合精度, 又避免了分区建模所造成的各个区域交界处气候要素推算值衔接不好, 等值线不连续的缺陷。

2.2.1 趋势面拟合 根据趋势面分析的基本方法和 SAS 程序设计原理, 编制了关于趋势面拟合的程序, 可对各气候指标分别建立各自的趋势面拟合方程, 以下是年均温、年降水量和年日照时数的趋势面拟合方程。

(1) 年均温 T_y :

$$T_y = -4\ 563 - 47.76 \Phi + 88.16 \lambda + 0.100 h - 0.166 \Phi^2 - 0.424 \lambda^2 - 0.000\ 001 h^2 + 0.471 \Phi \lambda + 0.000\ 1 \Phi h - 0.001 \lambda h \quad (1)$$

$$(R^2 = 0.981\ 3, \quad \alpha = 0.000\ 1)$$

(2) 年降水量 R_y :

$$R_y = -395\ 900 - 9\ 073 \Phi + 8\ 854 \lambda - 18.37 h - 42.61 \Phi^2 - 48.74 \lambda^2 + 0.0001 h^2 + 96.55 \Phi \lambda + 0.125 \Phi h + 0.129 \lambda h \quad (2)$$

$$(R^2 = 0.691\ 900, \quad \alpha = 0.000\ 1)$$

(1) 谢先全. 福建省农业气候资源信息系统研究. 福建师范大学硕士学位论文, 2003

(3) 年日照时数 S_y :

$$S_y = -25710 - 1285\Phi + 705.0\lambda + 9.981h + 72.36\Phi^2 - 0.319\lambda^2 - 0.0002h^2 - 21.77\Phi\lambda - 0.065\Phi h - 0.068\lambda h \quad (3)$$

$$(R^2 = 0.7326, \quad \alpha = 0.0001)$$

根据以上公式, 我们可根据任一栅格的 Φ 、 λ 、 h 值, 推算出该栅格的相应指标值, 即 y^* 栅格数据。

2.2.2 残差 y_g 内插及 y_g 栅格数据的生成 趋势面分析能够从总体上拟合全省各气候要素的空间分布。但由于受地形起伏变化的影响, 各气候要素的总体拟合精度还不够高, 特别在海拔比较高的区域拟合精度较差。各气候要素的残差部分 $y_g = y - y^*$ 是尚未被趋势面分析解释尽的残余信息, 它通常代表着气候要素受微观地形因素影响所产生的微小波动。为提高拟合精度, 有必要对各气候要素的残差部分进行空间内插, 以订正气候资源小网格栅格数据。

用 ArcView GIS 中的离散点插值法, 将气候要素残差 y_g 内插到 0.004 经度 $\times 0.004$ 纬度的网格点上, 以便得到气候要素残差 y_g 的栅格分布图, 获得 y_g 栅格数据。本研究采用 ArcView GIS 中的反距离加权法 (Inverse Distance Weighted Method) 作为气候要素残差 y_g 的空间插值方法。

2.2.3 气候要素图的生成 将气候要素小网格推算模型计算的 y^* 栅格数据与内插得到的残差 y_g 栅格数据相加, 即可得到经过小地形订正后的全省范围内每个小网格的气候要素栅格数据。利用 ArcView GIS 的 Spatial Analyst 模块的地图代数计算功能实现这两个栅格图层的空间叠加, 其数学表达式为: $y = y^* + y_g = f(\Phi, \lambda, h) + y_g$ 。

3 龙眼适种地的遴选

福建省人多地少, 缺粮情况尤为突出, 人均耕地只有 0.039hm^2 , 耕地资源十分紧缺, 处于坡度 25° 以上喻为“斗笠丘”的小块稻田, 本应退耕还林, 然而至今还不得不继续耕种。福建山地丘陵占 87.5% , 本省山区人民仍赖其生存。由于林业不可能处处都成为山区经济收入的主体, 不能因强调保护山地生态环境而不作其他农业开发^[2, 13]。因此在选择龙眼适种地时, 要避免占用耕地, 同时考虑龙眼种植的生态要求和环境效应。

基于以上认识, 本研究从福建省地貌图中选取台地、丘陵和山地三种地貌类型作为福建省龙眼栽培的候选区域; 从福建省土壤图中选取红壤与赤红壤两种

土壤类型; 对福建省坡度图、坡向图和气候要素(热量、水分、光照)栅格图分别进行重分类, 分类标准见表1。各图层基于统一的坐标系和投影, 对其进行空间叠加。将叠加生成的输出图层与福建省政区图叠加, 得到最终的福建省龙眼适种地分布图(图1)。

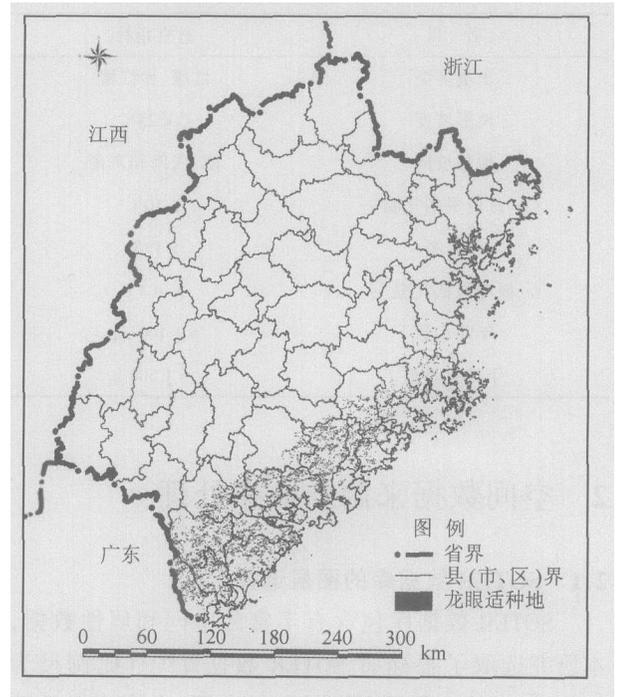


图1 福建省龙眼适种地分布图

4 结果与讨论

将图1与福建省地势地貌图比较, 可以看出, 龙眼适宜栽培区主要分布在戴云山脉东麓低山下部、丘陵、台地和河谷阶地上, 即分布在靠山面海、坐北朝南和坐西北朝东南的一个个“马蹄型”盆谷地的内侧边缘上, 从福州到诏安形成了一条长约300多km, 呈东北—西南走向的狭长地带, 总面积约为 3217km^2 。这条带的中段为目前福建省龙眼的集中产区, 即莆田、仙游、晋江、南安、泉州、同安六个县(市)^[2, 14], 其龙眼种植面积占福建省龙眼种植面积的90%以上。这一集中产区以南的南靖、龙海、平和、漳浦、云霄、诏安等县市, 广泛分布适宜龙眼种植的生态环境, 发展龙眼生产的潜力很大, 其中漳浦、云霄、诏安和平和等县市不乏建成龙眼生产基地县的条件。本研究结果与李耀先等运用模糊综合评判模型对华南龙眼种植气候生态区域综合分析的结果较为一致^[15]。

在发展龙眼生产的诸环节中, 科学选取适种区

域是最根本、最基础的环节,要实现这一目的,需要大量的准确完备的数据作为支撑。福建 SOTER 数据库不仅包含了土壤和地体的数据,还涵盖了气候、植被、土地利用等多种辅助信息。将 SOTER 数据库与 GIS 技术相结合,可以准确快速地对龙眼适种地进行初步遴选,为区域农业生产布局提供科学依据,并为空间信息技术为农业资源开发服务提供了案例。本研究案例为中比例尺研究尺度,但其技术路线和方法,可为进一步研究大比例尺的作物适种地遴选提供参考。

参考文献

- [1] 钟思强, 苏维佳. 农业气象与我国热区名特优水果生产. 热带地理, 1996, 16(3): 204~ 211
- [2] 陈素钦. 莆田县龙眼生产自然条件评价. 福建地理, 1997, 12(1): 20~ 27
- [3] 李健, 曾文献, 杨晋安. 气象条件与龙眼产量丰歉的关系——目标产区的选择及气象产率的分析. 福建农业大学学报, 1996, 25(3): 381~ 385
- [4] 赵玉国, 张甘霖, 周生路, 等. 利用 DEM 建立香港土壤地体数据库. 土壤, 2003, 35(2): 160~ 164
- [5] 陈伟强, 李芹. 云南河口地区龙眼生产气候区划探讨. 云南热作科技, 1997, 20(3): 16~ 20
- [6] 林金和, 陈森根. 山地龙眼速生丰产栽培技术总结. 经济林研究, 1996, 14(增刊): 66~ 69
- [7] 李月兰. 论龙眼、荔枝生产的若干农业气象问题及对策. 广西气象, 2000, 21(1): 43~ 46
- [8] 姚志文. 新丰县龙眼生产气候条件分析与防灾对策. 广东气象, 2001, (4): 41~ 43
- [9] 翟玉顺, 徐琪. 三峡库区扩种龙眼荔枝的适宜性分析. 长江流域资源与环境, 1999, 8(1): 69~ 74
- [10] 张德润. 龙眼设施栽培在闽西北的可行性讨论. 福建果树, 2000, (1): 41~ 42
- [11] 陈健飞, 陈松林, 陈志强. 福建土壤—地体数字化数据库(SOTER)研究进展. 见: 陈传友, 等主编. 中国自然资源与全面建设小康社会. 北京: 中国水利水电出版社, 2003. 110~ 114
- [12] 于磊, 张柏. 基于 GIS 的黑土区土壤相对环境容量空间分异特征研究. 土壤学报, 2004, 41(4): 511~ 515
- [13] 朱鹤健. 贯彻可持续发展战略若干问题分析——以福建省为例. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(专刊): 26~ 27
- [14] 高小荣. 引种热带果树气候生态适应性分析. 江西气象科技, 1996, (1): 39~ 42
- [15] 李耀先. 华南龙眼种植气候生态区域的综合分析. 广西农业科学, 2001, (4): 221~ 225