

文章编号:1674-7054(2011)03-0277-05

GIS 技术在作物生态适宜性评价 及其在橡胶种植业中的应用

俞花美^{1,2}, 吴季秋³, 肖 明⁴, 葛成军³(1. 中国矿业大学 化环学院, 北京 100083; 2. 海南大学 经济与管理学院, 海南 海口 570228;
3. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 海口 570228; 4. 重庆三峡学院 化环学院, 重庆 404100)

摘 要: 概述了国内外地理信息系统(GIS)应用于作物种植生态适宜性评价的研究进展, 以及 GIS 在橡胶种植生态适宜性评价中的应用现状, 提出了未来我国橡胶种植生态适宜性评价的发展方向。

关键词: 生态适宜性评价; GIS; 作物种植; 橡胶种植

中图分类号: S 162.2

文献标志码: A

作物生态适宜性评价是指在一定地域内, 研究作物生长发育所需要的各生态因子需求与该地域生产中实际可提供的生态条件相互吻合的程度, 从而提高土地承载力, 优化作物种植的总体布局提供决策支持^[1]。不同植物占据不同的生态位, 因此根据农作物正常生长对立地条件的要求以及区域生态环境资源特点进行作物生态适宜性评价, 对于因地制宜开发利用区域生态资源、实现农业增效、农民增收及耕地资源的可持续利用具有重要的理论与现实意义^[2]。作物生态适宜性评价涉及到农学、生态学、土壤学、地理学等多个学科, 因其关注土地的费效比及其产出效应, 故其评价结果可服务于农业生产, 是一项具有重要的科学价值和实用价值的基础性工作。地理信息系统(GIS)是20世纪60年代随计算机技术的发展而产生的一门研究空间信息的新技术^[3]。近年来, 随着信息技术的蓬勃发展, 以及 NOAA/AVHRR, MODIS 等数据产品共享的推出, 为遥感在全球和地区的大规模植被季相变化和绿波、褐波推移的动态监测研究提供了条件。基于 GIS 技术的观测和评价技术的产生和不断发展, 为生态学上的动、植物栖息适宜性, 候鸟迁徙轨迹变迁模拟研究、作物产量估算、病虫害监测等问题提供了精确而高效的分析工具, 大大节省了人力物力。目前, 基于 GIS 的作物生态适宜性评价研究已成为国内外研究的热点, 且有较多报道, 但是针对热带作物, 特别是橡胶种植的相关研究报道甚少。笔者将对国内外基于 GIS 的作物适应性评价研究进展进行综述, 并探讨橡胶种植生态适宜性评价的发展方向, 以期对热带地区橡胶种植的合理规划与科学管理提供参考。

1 GIS 技术在作物种植适宜性评价中的研究进展

国外最早应用 GIS 进行生态适宜性评价的应用可以追溯到 20 世纪 60 年代。当时由美国和西欧的一些规划设计师应用叠加航拍图像进行城镇土地利用适宜性评价, 并很快应用到农业规划和城市建设中。随着 GIS 影像分辨率的提高和空间分析技术的不断完善, 农业上作物生态适宜性评价的方法被大大扩充。我国在该方面的系统研究工作起步于 20 世纪 70 年代后期, 但发展迅速, 主要集中于评价指标体系、评价方法和评价所采用的技术上。

收稿日期: 2011-07-30

基金项目: 海南大学博士科研启动基金资助项目(kyqd1068); 海南省教育厅高等学校科研项目(Hj2009-58); 海南省自然科学基金项目(809003)

作者简介: 俞花美(1979-), 女, 福建莆田人, 海南大学经济与管理学院讲师, 在读博士。

纵观国内外 GIS 技术在作物生态适宜性评价中的研究,根据研究采用的地理信息数据形式的不同,可以将之分为两类^[5]:一类是基于矢量叠加的方式,即首先将地质、地貌、土壤、气候等图件矢量化后进行叠加得到不同的评价单元,然后根据评价指标对每一个评价单元的适宜性进行评价。如唐嘉平等以澜沧江下游地区 96 个乡镇基本评价单位,在 GIS 平台下采用多元线性回归算法建立了 14 种热带特色经济作物种植适宜性评价模型并进行了评价与种植适宜性的空间分布规律分析^[6]。黄功标应用专家经验法、模糊数学与层次分析法等确定福安市茶园土壤适宜性评价的评价因子及权重,借助 GIS 空间分析功能开展了土壤种植适宜性评价^[7]。第 2 种方式是基于栅格的方式,它把一定大小的栅格作为同质体,无需建立分类系统,一切的运算都基于栅格进行,不同图层的栅格代表不同属性的值,而每一个栅格的坐标代表其空间位置。利用这种方法进行评价时,首先把不同的专题图件转为不同的栅格图层,根据一定的评价方法,进行图层之间的运算,就可以得到评价的结果。对于评价结果的表达,同样也是栅格格式,每一个栅格代表一定空间范围的适宜性等级。如前人分别依据各自研究区内主要经济林果品的气候生态要求建立评价模型,基于栅格数据库,对北京西部山区、福建省、山东栖霞生态适宜性进行了评价^[6-8]。

在利用 GIS 技术进行作物生态适宜性评价的研究中,国内外学者常结合各类数学、地统计学、神经网络和计算智能等方法进行研究,在很大程度上提高精准度。

莫静静等曾采用层次分析法确定评价指标的权重,并结合 GIS 空间叠置分析方法对评价指标进行叠加,获得了南阳市烟草种植生态适宜性分类图^[9]。

Satyavathi 研究印度 Telangana 地区的嘴豆、玉米、高粱、棉花和花生等 5 种主要作物的种植特性,并采用专家经验法进行了作物生态适宜性评价^[10];Kamunya S M 利用层次分析法研究了肯尼亚茶树品质与环境的关系^[11],为茶叶良种移栽提供指导。这一系列多属性决策法为生态适宜性评价在 GIS 环境下的操作提供了很多便利,将线性的数学规划运算简化成利于 GIS 环境操作的对象模型,因此在国外学者研发的基于 GIS 的生态适宜性评价方法中得到广泛运用。

汪旋等^[12]以 50 m 栅格单元为基本单位,综合运用空间分析、人工智能模拟以及传统的数理统计等方法,以重庆烤烟烟叶生长特性及烟区生态环境为研究对象,从区域层面系统研究了地理条件复杂的重庆烤烟区气候、土壤地球化学元素(指标)、地形等空间分布特征及其对烟叶品质的影响,利用 GIS 手段和地统计学原理对烤烟区气候适宜性、土壤地球化学适宜性、地形地貌适宜性和烤烟生态综合适宜性进行了细网格定量评价,并通过烟叶等级指标和综合品质得分对评价结果进行了验证,在此基础上提出了重庆烤烟种植适宜性区划图。

Zhou^[13]等试验表明,传统的 GIS 叠加图层和多指标组合方法可以与神经网络方法相结合,并用以分析大量相互影响的生态适宜性因素对于橡胶等作物产量的影响程度。遗憾的是,神经网络方法计算的结果始终是个近似的结果,对于数据的依赖程度过于理想化,而当需要真实的数据运算和确切性的适宜性评价方案时,常常需要结合其他的评价方法来完成。

在多尺度生态适宜性综合评价方面,曲衍波等选取了山东栖霞市优质苹果种植区的总降水量、年积温、年日照总小时数、坡度与坡向、土壤质地等指标数据,建立了优质苹果生态适宜性综合评价体系,结合 GIS 技术分析苹果种植区与环境生态影响因子的关系,并由此讨论了栖霞市苹果种植区的适宜区域和生产潜力^[14]。

Bennett 等提出了在 GIS 环境中将基于 Agent 模型与人工神经网络技术相结合,建立了种植区土地适宜性评价模型,并用以处理与环境问题相关的地理信息,从而使评价的方式更加灵活,结果也更加精准^[15]。

2 GIS 技术在橡胶种植生态适宜性评价中的应用

橡胶树(*Hevea brasiliensis*)在海南的种植已有半个多世纪的历史。科研工作者根据植胶区存在低温寒害和台风这两大灾害的特点,对橡胶树种植区划进行了长期的研究,为海南省乃至我国植胶环境类型区划分、品种配置和实施间种措施提供了可靠的理论根据。传统的橡胶种植监测和区域规划主要依赖于

人工的野外定点观测与测量,既费时、费力且又准确度不高,受操作人员的技术水准和经验积累限制较大。从文献上看,国内外对于 GIS 手段对橡胶的生态适应性评价的深入研究较少,但是目前已有的少量研究成果以及在其他经济作物的生态适宜性评价上的研究十分值得借鉴和学习。

早在 20 世纪初,各国学者已开始进行橡胶的各种机理特征与种植区域划分的探讨和研究。早期的探讨主要集中在化学元素、气候等因子对橡胶生长区域的各种规律的探索与总结^[14]。CURTIS O F 等在 40 年代试图通过设置 15 m×15 m 的不同套种、间种种植方式样方,称其橡胶树干重,对比不加任何处理自然生长条件下的橡胶树的干重,揭示了根际与顶端间相互作用对橡胶树生长的影响^[15]。随着 20 世纪 70 年代 GIS 技术的出现和快速发展,植被在近红外波段和中红外波段的光谱曲线特征曲线的规律特征很快被发现,而植被含水量和绿光吸收的变化直接与植被病虫害、生长季、种类等密切相关,从此在这方面的应用为植被种植适宜性评价提供了丰富的手段。

2.1 国内外研究现状 顾骏强等通过对华南地区的区域分析和气候特点研究,提出应在温润微风的海南岛南部和西部发展橡胶种植业;而在湿润多雨,台风频发的东部和北部发展椰子和大叶茶等抗风喜湿的热带作物^[16]。为此,从农业精细化种植要求上说,需要采取能根据植物生长特性和气象条件数据作出精确的种植区域划分和空间上的定量模拟,为安排生产提供准确的空间种植位置。从这一点上说,GIS 手段的引入将农业种植规划引入到一个精确化、科学化管理的轨道上来。

江爱良对我国植胶区气象条件进行了大量的研究^[17-19],根据其对于海南岛、雷州半岛、云南、广西南部、福建南部等地域的长期观测和数据分析,发现除了云南没有台风,其他几个区域几乎年年有台风。而在寒害方面,除了海南岛没有或者偶见 1 次寒害之外,其他区域每年或者每隔数年便有几次不同程度的寒害。汪汇海等对西双版纳和海南等地的橡胶林种植区域情况进行了调查取样^[20-21],结果表明,我国植胶区还存在较大面积的低产橡胶林,每公顷产胶不足 750 kg 的胶园有 13 万 hm²,低产低效的原因在于割胶工艺的落后和植胶园区的规划不合理。在云南和海南,许多植胶区域并没有规划在适宜橡胶生长的区域范围,而长期种植在自然条件较差的区域,如何加强这些区域的植胶区域划分规划指导,避免大量适宜种植区种植低效益作物或处于闲置,一直以来成为亟待解决的生态学问题。

Girish Gopinath 在印度西南部 Kerala 邦的 Muvattupuzha 河流域盆地,分别对雨季与旱季的橡胶生长情况进行了系统检测,利用遥感水文分析技术划分出汇水区域和次汇水区域,并结合水质、坡度、坡向、海拔,对于不同条件下的橡胶树产胶量和生长季的变化进行了监测和分析,发现植胶面积与地上水质好坏成正比;盆地底部橡胶种植面积和种植质量明显优于其他种植区域,并就各个条件的数据与橡胶产量关系建立了遥感知识数据库^[22]。

Ellis E A 的研究团队利用开发的 SEADSS(The southeastern agroforestry decision support system) 对拉丁美洲橡胶种植区域适宜性进行了综合评价,模型集中了 AKT(The Agroforestry Knowledge Tool Kit) 与 BEAM(The Bio-Economic Agroforestry Model) 各自的优势,综合对北美市场橡胶需求量、经济驱动因子、林木种植选择系统等判断决策体系,从生态效应、社会需求与经济可持续发展的角度对橡胶种植区划分演变与预测进行了模拟^[23]。Yongyut Trisurat 利用地学信息系统对于泰国西南部 Pha Taem 森林保护区的橡胶产业种植区的生态适宜性及其生物多样性保护进行了评价,列举了橡胶树生理条件、种植生态条件、环境服务水平、自然与人工程度判断等几项因子,发现在 1990~2002 年间帕拉橡胶(Para Rubber) 种植规模快速增长,并对橡胶种植面积的增加导致野生动物栖息和保护区整体生物多样性的影响作了空间模拟^[24]。

2.2 研究展望 随着 GIS 空间分析技术和计算机技术的不断进步,故可优化集成空间模拟的环境影响因子,对热带地区橡胶种植进行区域化推演,以直观、动态的反映橡胶生态适宜性区域的特征,为种植区域科学划分提供决策服务的效果,实现橡胶种植管理的科学化、规范化,让我国的橡胶种植业走上高产、高效的可持续发展之路。综上所述,笔者就未来我国橡胶种植生态适宜性评价发展的方向提出如下建议:

2.2.1 优化计算过程,综合利用各种评价模型 单一的运用 1 种尺度或者仅凭 1 种或者几种评价因素,难以全面的、接近真实情况的反映橡胶的生态适宜性。通常大面积区域、大尺度的适宜性区域划分的结

果精度较低,而小尺度的划分结果计算数据量又太大,并且计算过程复杂及处理步骤复杂,需要配合大量的人工作业才能完成。因此,未来的橡胶生态适宜性评价需要结合各种评价模型,简化计算操作,避免过多人工的主观性划分结果。

2.2.2 改进评价指标体系,静态评价和动态评价相结合 橡胶的种植生态适宜性评价影响因素不仅限于静态的因子,如气候、土壤、地形等,橡胶种植作为一项经济生产活动,就必然受人口、社会和经济发展的动态变化因素的影响,加上水资源、台风等变化因素,这就需要建立起动态性和复合型的评价指标体系。故未来的生态适宜性评价指标体系需要采取动态和静态结合的方式,建立多层次、复合型的综合评价模式。

2.2.3 发展网络平台,实现 GIS 生态适宜性评价体系的立体式发展 近年来,研究人员已将生态适宜性评价指标体系研究与网络技术联系起来,可通过网络的 GIS 可视化技术、多媒体 GIS 和 WEB-GIS 等技术,建立橡胶种植区域划分决策部门与橡胶种植生产的常规监测部门之间的互动延伸平台,搭建信息传达和反馈的快速通道。另外,随着图形化技术的发展和 3D 技术在 GIS 领域的纵深拓展,使得未来的橡胶种植生态适宜性评价从多角度、多时效的模式,建立立体的分层次评价体系。适宜性种植区域的空间模拟也不再局限于二维平面,会向着三维模式从大范围区域到微观个体方向,构建“大气层-树冠层-土壤层”自上而下的静态与动态因素指标体系,因此,应力争实现橡胶种植生态适宜性评价的可视化、动态化,实现 GIS 生态适宜性评价体系的立体式发展。

参考文献:

- [1] 周广文,杨改河. 西北地区果树区域布局调整与优化研究 [J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(8): 82-86.
- [2] 汪璇. 基于 GIS 和计算智能的烤烟生态适宜性评价 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [3] 陈述彭,周成虎. 地理信息系统导论 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [4] 唐嘉平,刘钊. 基于 GIS 的特色经济作物种植适宜性评价系统 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 9-12.
- [5] 黄功标. 福建省主要蔬菜基地土壤重金属污染状况调查与评价 [J]. 农业环境与发展, 2005(4): 39-41.
- [6] HONG Li, SUN Dan-feng, ZHANG Feng-rong, et al. Suitability evaluation of fruit trees in Beijing western mountain areas based on DEM and GIS [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 8(5): 250-255.
- [7] 陈志强,陈健飞. 基于 SOTER 数据库和 GIS 技术的龙眼适种地遴选 [J]. 土壤学报, 2005, 42(4): 700-703.
- [8] 曲衍波,齐伟,赵胜亭,等. 胶东山区县域优质苹果生态适宜性评价及潜力分析 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(6): 109-115.
- [9] 莫静静,刘国顺,叶协锋,等. 基于 GIS 和 AHP 的南阳市烟草种植生态适宜性评价 [J]. 河南农业大学学报, 2009, 6(3): 332-333.
- [10] SATYAVATHI P L A. Soil-site suitability for six major crops in Telangana Region of Andhra Pradesh [J]. Journal of the Indian Society of Soil Science, 2004, 52(3): 220-225.
- [11] KAMUNYA S M, WACHIRA F N, MUOKI. Evaluation of newly developed clones of tea for yields, drought tolerance and quality: preliminary indications [J]. Tea, 2004, 25(1): 24-28.
- [12] ZHOU J, CIVCO D L. Using genetic learning neural networks for spatial decision making in GIS [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1996(11): 1287-1295.
- [13] BENNETT D A, ARMSTRONG M P, WADE G A. Agent mediated consensus-building for environmental problems: A genetic algorithm approach. proceedings, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling, Santa Fe, NM [J], National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, CA, 1996.
- [14] LLOYD, F E. Guayule (Parthenium Argentatum Gray): A rubber-plant of the Chihuahuan Desert [M]. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1911: 139, 190-211.
- [15] CURTIS O F, J R (WITH ONE FIGURE). Distribution of Rubber and Resins in Guayule [J]. Plant physiology, 1949: 333-347.
- [16] 顾骏强,杨军. 中国华南地区气候和环境变化特征及其对策 [J]. 资源科学, 2005, 1(27): 133.
- [17] 江爱良. 云南南部、西南部生态气候和橡胶树的引种 [J]. 中国农业气象, 1995, 18(5): 26-31.
- [18] 江爱良. 华南热带东西部地区冬季气候的差异性与橡胶树的引种 [J]. 地理学报, 1997, 52(1): 45-53.

- [9] 江爱良. 青藏高原对我国热带气候及橡胶树种植的影响 [J]. 热带地理, 2003, 23: 199 – 203.
- [10] 汪汇海, 马渭俊, 邓纯章. 滇南热带雨林的开发利用与水土保持的相互关系 [J]. 林业科学, 1982, 18: 245 – 257.
- [11] 冯耀宗, 汪汇海, 张家和, 等. 巴西橡胶 – 云南大叶茶人工植物群落的实验生态学研究 [J]. 植物学报, 1982, 24(2): 164 – 171.
- [12] GIRISH Gopinath. An integrated hydrogeological study of the Muvattupuzha river basin, Kerala, India [D]. The faculty of marine science, Cochin University of Science and Technology, 2003: 129 – 136.
- [13] ELLIS E A, BENTRUP G, SCHOENEGERBERGER M M. Computer-based tools for decision support in agroforestry: Current state and future needs [J]. Agroforestry Systems, 2004(61): 401 – 421.
- [14] YONGYUT Trisurat. Application of geo-informatics to transboundary biodiversity conservation across Thailand, Lao PDR, and Cambodia [J]. The Journal of Terrestrial Observation, 2010(2): 17 – 28.

Utilization of GIS in the Evaluation on Crop Ecological Suitability and Rubber Planting

YU Hua-mei^{1,2}, WU Ji-qiu³, XIAO Ming⁴, GE Cheng-jun³

(1. School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;

2. College of Economy and Management, Hainan University, Haikou 570228, China;

3. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Danzhou 571737, China;

4. College of Chemical and Environmental Engineering, Chongqing Three Gorges University, Chongqing 571737, China)

Abstract: In the paper, the research progresses on the utilization of GIS in the evaluation on Crop Ecological Suitability and the application status of GIS in Rubber Planting were reviewed. And the suggestions on further improving rubber remote sensing monitoring and ecological suitability assessment were proposed.

Key words: ecological suitability assessment; Geographic Information System (GIS); crop cultivation; rubber cultivation

(上接第276页)

Study on Preparing SiO₂ /NR Composite with Water Glass

LIN Hua¹, LUO Guo-zhuang², LU Qiu-yu², FANG Lin¹, WANG Zhi-fen¹

(1. College of Materials and Chemical Engineering, Hainan University, Haikou 570228, China;

2. Hainan Jingwei latex thread limited Liability Company, China Hainan Rubber Industry Group Co. Ltd, Haikou 571924, China)

Abstract: In this report, SiO₂ sol gel prepared with the cheap water glass was mixed and coagulated with nature rubber latex to prepare the SiO₂ /NR composite. The properties of composites were investigated by TG and DMA. The results showed that dispersion of SiO₂ solgel particles in NR matrix increased and interface compatibility between NR and SiO₂ improved. The thermal stability and mechanical properties of composites were improved.

Key words: water glass; SiO₂; NR; composite