

豫西南浅山丘陵区耕地地力评价研究——以南召县为例

董县中 (南召县农业技术推广中心, 河南南召 474650)

摘要 豫西南浅山丘陵区地形地貌较为复杂,影响耕地地力因素较多。该研究以南召县为研究区域,在测土配方施肥工作取得丰富数据的基础上,利用 RS、GIS、GPS 和计算机技术,对土壤图、土地利用现状图等相关图件、资料、数据进行数字化处理,确定评价单元并赋值,建立耕地资源基础数据库;采用特尔斐法、层次分析法和模糊数学综合评价法等科学方法,选取浅山丘陵区耕地地力评价指标,确定各指标权重和隶属度,开展县域耕地地力评价,并就其空间分布及主要属性进行了分析。结果表明,在南召县 31 100 hm² 耕地中,一至五等地分别占耕地的 9.87%、17.12%、22.13%、27.10%、23.78%,这一评价结果符合当地实际。该研究结果不仅直接应用于该县农业生产和耕地资源合理配置,而且为豫西南浅山丘陵区开展耕地地力评价在方法上进行了有益探索。

关键词 耕地地力评价;GIS;层次分析;模糊数学;南召县

中图分类号 S158 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)33-13018-03

Evaluation Study on Cultivated Land Fertility in Shallow Hilly Areas of Southwestern Henan

DONG Xian-zhong (Nanzhao County Agricultural Technology Promotion Center, Nanzhao, Henan 474650)

Abstract Topography of shallow Hilly Areas in Southwestern Henan is relatively complex, and many factors affecting farmland productivity are more. Taking Nanzhao County as study area, on the basis of abundant data, using RS, GIS, GPS and computer technology, materials, data and the map including the soil map, land utilization present situation chart were digital processed, and the evaluation unit and assignment were determined, and database of cultivated land resource was set up. Using the delphi method, analytic hierarchy process and fuzzy mathematics comprehensive evaluation method and other scientific methods, choosing productivity evaluation index of shallow hilly farmland, the index weight and membership degree were determined, and productivity evaluation of farmland in the county was carried out, and its spatial distribution and main properties were analyzed. The results showed that 31 100 hm² cultivated land in Nanzhao County, one to five of its arable land accounted for 9.87%, 17.12%, 22.13%, 27.10%, 22.13%, and the evaluation result conformed to the local actual. The results not only directly applied to agricultural production and rational allocation of the cultivated land resources, but also arrived on the beneficial exploration on the way in shallow hilly areas of Southwestern Henan.

Key words Farmland productivity evaluation; GIS; Hierarchical analysis; Fuzzy mathematics; Nanzhao

耕地地力是指耕地的基础地力,即由耕地土壤的所处的地形、地貌条件、成土母质特征、农田基础设施及培肥水平、土壤理化性状等综合构成的耕地生产力,也即潜在生产力^[1]。近年来,农业部在全国全面实施了测土配方施肥项目,运用先进的“3S”(即遥感技术 RS、地理信息系统 GIS、全球定位系统 GPS)技术及计算机技术,同传统的调查方法相结合,采用特尔斐法、层次分析法和模糊数学综合评价法等科学方法,开展区域耕地地力评价方面的研究^[2-3]。

豫西南浅山丘陵区地形地貌复杂,耕地少且质量差,农业生产水平较低,此地区有关耕地地力评价研究不多^[4-6]。该研究以豫西南典型的浅山丘陵区——南召县为研究区域,在该县测土配方施肥工作所得大量数据的基础上,开展了自动化、量化的耕地地力评价,并对其空间分布状况等进行了分析,掌握耕地资源数量、质量、分布现状及存在的问题,对于提高耕地保护与管理水平,促进区域农业结构调整和农业可持续发展,都具有十分重要的现实意义,同时也为豫西南浅山丘陵区开展耕地地力评价在方法上进行了有益探索。

1 研究区概况和研究条件

1.1 研究区概况 南召县位于河南省西南部,伏牛山南麓,南阳盆地北缘,地理坐标为 111°55′~112°51′ E、33°12′~33°43′ N,位于重要南北地理分界线“秦岭—淮河”线上,属北亚热带向暖温带过渡地带,为北亚热带季风性大陆气候,年平均

均气温 14.8℃,无霜期 219 d,年平均降水量 839.5 mm。该县基本地貌为三面环山,具有较为典型的豫西南浅山丘陵区的地貌特征。全县总面积 2 933 km²,以中山、低山、丘陵为主,占总面积的 97%,海拔 200 m 以下的平原面积仅 89 km²。共有粗骨土、黄棕壤、黄褐土、水稻土、潮土等 8 个土类 29 个土种。现有耕地 3.11 万 hm²,其中水田 0.76 万 hm²,轮作制度以一年两熟制为主,常年农作物播种面积近 6 万 hm²,产量水平较低,种植业产值仅占全县农业总产值的 50% 左右^[7]。

1.2 研究条件 硬件主要有手持型 GPS、计算机、A0 幅面 CONTEX 扫描仪和 HP800 绘图仪;软件主要有数据库管理软件 Access2003, GIS 平台软件 ArcGIS9.2、MapGIS6.5,数据分析软件 SPSS13.0、Excel2003,以及“县域耕地资源管理信息系统 V3.2”等。

2 评价方法与程序

通过收集相关数据资料,并利用 GIS 软件图件数字化,建立空间-属性一体化基础数据库,综合分析影响耕地地力的因素,构建耕地地力评价指标体系和评价模型,进行耕地地力评价。

2.1 资料收集与整理 空间数据资料主要有 1:50 000 比例尺的土地利用现状图、行政区划图、土壤图等基础图件,以及土地利用现状数据库、耕地地力调查样点 GPS 数据等;属性数据资料主要有二次土壤普查相关资料、地力调查样点调查资料及分析化验数据、经济统计资料等相关数据和文本资料。

土壤样品采集在秋收后冬播前,平原区每 3~10 hm²、丘陵区大田作物每 2~5 hm² 采一个混合样,各田块以“S”形采

基金项目 农业部测土配方施肥补贴项目(2007-2012)。

作者简介 董县中(1975-),男,河南南召人,农艺师,从事土壤肥料研究与农业技术推广工作。

收稿日期 2013-11-02

10~15 个点样,采样深度 0~20 cm,混合后按四分法取 1 kg 作样品,并进行 GPS 定位和地块基本情况等田间调查^[8]。通过对近几年来采集所有土样的综合筛选,保留具有代表性的 2 273 个样点作为全县耕地地力调查样点。土壤样品的分析化验以常规分析方法为主。

2.2 图件数字化 行政区划图、土壤图、土地利用现状图、地力调查样点点位图是耕地地力调查与质量评价最为重要的基础空间数据。该研究采用光栅矢量化法对已有地图或遥感影像等空间数据数字化,利用扫描仪将其转换为光栅图,在 GIS 软件支持下对光栅图进行配准,然后进行屏幕光栅矢量化,最终得到矢量化地图。利用 ArcGIS 将耕地地力调查样点 GPS 信息转换为北京 54 直角坐标系坐标,建立耕地地力调查样点空间数据库和点位图。对此次评价所用的国土资源管理部门已数字化建库的土地利用现状图,采用数据转换法,利用 MapGIS 等 GIS 软件的文件转换功能,将转换为本次评价要求的 *.shp 格式。对与评价有关的属性表格和文本资料等属性数据,录入数据库转换为 *.dbf 格式。

2.3 评价单元的确定 评价单元的划分采用的是土壤图、行政区划图与土地利用现状图叠加的方法,其中土壤类型划分到土种。用 ArcGIS 中将转换后的土地利用现状图的分出的农用地地块图,与矢量化形成的行政区划图、土壤图等数字化图层叠加,得到耕地资源管理单元图,评价的基本单元是图斑。这样形成的评价单元空间界线及行政隶属关系明确,有准确的面积,在同一评价单元内土壤类型相同、土地利用类型及耕作方式也基本相同,这样使评价结果容易落实到实际的田间,便于对耕地地力做出评价,便于耕地利用与管理。该县图件叠置经综合取舍后,获取的耕地地力评价基本单元数目为 21 942 个。

2.4 评价单元赋值与基础数据库的建立 从建立的空间数

据库中提取专题图件,利用 ArcGIS 系统的空间叠加分析、分区统计、空间属性联接等功能为评价单元提取属性。如灌溉条件、排涝条件、地貌条件、成土母质等因素,根据空间位置提取属性,将单因素图中的属性按空间位置赋值给评价单元。对土壤养分等数值型数据采用空间插值法分析,生成格网数据格式的各类养分图和等值线图,统计每个评价单元所包含网格的平均值,将结果赋值给耕地资源管理单元图中的图斑。

与空间数据相关的属性数据需要建立与空间数据对应的连接关键字,通过数据连接的方法,连接到空间数据中,建立满足评价要求的空间-属性一体化基础数据库,即工作空间。将其导入“县域耕地资源管理信息系统”软件中,并建立空间数据库和属性数据库连接,建成该县域耕地资源管理信息系统,作为此次评价的软件平台。

2.5 构建耕地地力评价指标体系

2.5.1 评价指标的选取。影响耕地地力的因素很多,浅山丘陵区情况更为复杂,正确地进行参评因素的选取并确定其权重,是科学评价耕地地力的前提。该研究在耕地地力评价指标体系建立上,邀请省、市、县各级专家,遵循指标选取相关原则,结合豫西南浅山丘陵区 and 该县自然条件、耕地土壤特征和农业生产实际,采用特尔菲法进行研讨,最终筛选出 5 大项 16 小项指标作为评价指标(表 1)。

2.5.2 评价指标权重的确定。利用层次分析法,建立评价指标与耕地潜在生产能力间的层次分析模型,通过专家评估,比较同一层次各因素对上一层次的相对重要性,给出数量化的评估,经合适的数学处理后反馈、修改,经多轮反复形成最终的判断矩阵;然后计算层次单排序和一致性检验,再计算层次总排序和一致性检验,最后得出单指标对耕地地力的组合权重,列入表 1 最右列。

表 1 南召县评价指标及权重层次总排序

层次 A	层次 C					
	障碍因素	土壤管理	理化性状	立地条件	剖面构型	组合权重
	0.15	0.14	0.22	0.17	0.32	$\sum A_j C_i$
障碍层厚度	0.26	-	-	-	-	0.039 0
障碍层位置	0.40	-	-	-	-	0.060 0
障碍层类型	0.34	-	-	-	-	0.051 0
排涝能力	-	0.41	-	-	-	0.057 4
灌溉保证率	-	0.59	-	-	-	0.082 6
有效锌	-	-	0.09	-	-	0.019 8
速效钾	-	-	0.26	-	-	0.057 2
有效磷	-	-	0.27	-	-	0.059 4
有机质	-	-	0.38	-	-	0.083 6
地表砾石度	-	-	-	0.48	-	0.081 6
地貌类型	-	-	-	0.52	-	0.088 4
水型	-	-	-	-	0.13	0.041 6
质地构型	-	-	-	-	0.19	0.060 8
质地	-	-	-	-	0.14	0.044 8
耕层厚度	-	-	-	-	0.26	0.083 2
有效土层厚度	-	-	-	-	0.28	0.089 6

2.5.3 评价指标隶属度的确定。评价指标对耕地地力的影

响程度是一个模糊性概念问题,该研究采用模糊数学的理论

和方法转换为定量的描述。评价指标的隶属度即每一指标不同表现状态下的分值,隶属函数则表示评价指标的观测值与隶属度之间的解析函数。该研究评价指标中土壤有机质、速效钾、有效磷、有效锌是属于数据型的,其余都属于概念型指标。概念型指标采用特尔斐法和模糊评价法获得相应的隶属度。对土壤养分等数值型指标,则采用特尔斐法和非线性回归法,先评估出一组分布均匀的实测值所对应的一组隶属度,绘制散点图进行曲线模拟,迭代拟合建立戒上型隶属函数,根据此隶属函数,可计算出每一观测值相对应的隶属度。经过反复归纳、反馈、逐步收缩、集中,最终确定了评价指标的隶属度(表2)及隶属函数(表3)。

表2 南召县概念型评价指标(部分)隶属度

项目	属性	隶属度
障碍层类型	无	1
	粘盘层	0.8
	潜育层	0.6
	砂姜层	0.5
	铁盘层	0.3
	砂漏层	0.2
地貌类型	河漫滩	1
	河流低阶地	0.9
	丘陵	0.7
	低山	0.5
	中山	0.3
	高山	0.1
质地	重壤土	1
	中壤土	0.8
	轻壤土	0.7
	砂壤土	0.4
	紫砂土	0.1
有效土层厚度	>100 cm	1
	>60~100 cm	0.9
	>30~60 cm	0.7
	>10~30 cm	0.3
	≤10 cm	0.1

2.5.4 评价模型的建立。将建立的评价指标体系输入到县域耕地资源管理信息系统中,分别建立评价指标的层次分析模型和隶属函数评价模型。

2.6 耕地地力综合评价、分级 采用加权综合指标法计算每个评价单元的耕地地力综合指数 IFI (Integrated Fertility Index): $IFI = \sum F_i \times C_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)。式中 IFI 代表耕地地力指数, F_i 为第 i 个因素的隶属度, C_i 为第 i 个因素的组合权重。根据 IFI 的大小,可以了解耕地地力的高低;根据 IFI 的组成,通过分析可以揭示出影响耕地地力的障碍因素及其影响程度。

将前述建立的耕地地力评价模型导入县域耕地资源管理信息系统的“专题评价”模块中,自动计算出所有评价单元的耕地地力综合指数。用评价单元数与耕地地力综合指数制作累积频率曲线图,采用累积曲线分级法,根据曲线频率的拐点来确定耕地地力等级的数目和综合指数的临界点,实现县域耕地地力等级划分。

在各等级耕地中按比例选取 200 个以上评价单元,调查此单元耕地近 3 年的年平均粮食产量,再根据该级土地稳定的立地条件状况,加上一定的增产比例进行潜力修正后,作为该级别耕地的生产潜力,与全国耕地地力等级进行对接,将用自然要素评价的耕地地力等级分别归入相应的概念型产量表示的全国耕地地力等级体系^[9]。

3 结果与分析

3.1 耕地地力等级划分与面积 通过累积曲线分级法,分析确定了南召县耕地地力评价各等级综合指数、面积,并将各等级归入全国耕地地力等级体系(表4)。

3.2 耕地等级空间分布 通过对每个评价单元的耕地地力情况的综合分析,统计出该县各等级耕地的空间分布状况。在全县 31 099 hm^2 耕地中,一等地 3 068.51 hm^2 ,仅占总耕地的 9.87%;二、三、四、五等地分别为 5 322.99、6 882.55、8 429.08、7 396.04 hm^2 ,分别占总耕地的 17.12%、22.13%、

表3 南召县数据型评价指标隶属函数

评价指标	函数类型	隶属函数	A	C	ut
有机质//g/kg	戒上型	$Y = 1 / [1 + A \times (x - C)^2]$	0.021 500	20.788 490	4
有效磷//mg/kg	戒上型	$Y = 1 / [1 + A \times (x - C)^2]$	0.006 100	29.273 650	3
速效钾//mg/kg	戒上型	$Y = 1 / [1 + A \times (x - C)^2]$	0.000 628	111.368 500	10
有效锌//mg/kg	戒上型	$Y = 1 / [1 + A \times (x - C)^2]$	1.654 225	1.879 289	0.08

表4 南召县耕地地力等级划分结果

等级	南召县耕地地力等级划分				全国耕地地力划分	
	综合指数	面积// hm^2	比例//%	潜在性产量// kg/hm^2	等级	概念型产量// kg/hm^2
1	≥0.850 0	3 068.51	9.87	10 500~12 000	3	10 500~12 000
2	0.800 0~0.849 9	5 322.99	17.12	9 000~10 500	4	9 000~10 500
3	0.720 0~0.799 9	6 882.55	22.13	7 500~9 000	5	7 500~9 000
4	0.600 0~0.719 9	8 429.08	27.10	6 000~7 500	6	6 000~7 500
5	<0.599 9	7 396.04	23.78	4 500~6 000	7	4 500~6 000

27.10%、23.78%。其中,一、二等地分布相对比较集中,主要以皇路店镇、崔庄乡、云阳镇为主。三、四、五等级耕地分布广泛,各乡镇均有分布。

3.3 各等级耕地主要属性 通过对各个耕地地力评价指标的分析,对各等级耕地的立地条件、剖面构型、理化性状、障

业项目,由传统农业向制造业演变是提升村域经济发展水平的重要形式。其次是依靠市场和引进企业发展村域经济。乡村旅游在村域经济发展中的作用日显重要,带动了村域的本地创业与就业。有的村域农牧业基础好,农产品量大类多,加工增值的潜在优势很大。村域经济发展型式由传统农业转化为以观光、生态为主的现代农业,开化县的“农家乐”、清水鱼养殖、土蜂放养、特色种植与特色养殖等项目,成为村域经济发展的活跃形式。

4.5 改善村域经济发展环境 村域所处环境是村域经济形成与演化的根源与动力,科学地布局中心镇、中心村、重点村和环境提升村,完善村庄建设规划修编,合理进行村域功能定位,让村域的区位条件及所处的环境成为经济强村成功的前提。2012年开化县农田水利建设投入2.67亿元资金、劳动力5.71万工,使农田有效灌溉面积达到1.150万 hm^2 ,农村自来水受益率提高到94.94%。2012年末,开化县森林面积17.927万 hm^2 ,森林覆盖率达到80%,开化县的255个行政村中有市级生态示范村212个,生态环境良好。

村域经济是包括各种产业范围内农民的多种经济活动,要实现农业的可持续发展、规模化及现代化,注重多要素的投入^[12],以生态经济发展为导向,发展形式多样的农村经

济,已成为开化县富村、富民的主要途径,强化村域经济转型的内在动力,实现村域环境优化是实现区域经济和谐发展、农村奔小康的关键。

参考文献

- [1] 王景新. 村域经济转型研究反思[J]. 广西民族大学学报:哲学社会科学版,2008,30(3):2-6.
- [2] 乔家君. 村域经济研究的国际进展[J]. 人文地理,2010,25(2):24-30.
- [3] 乔家君. 村域经济分异的内在机制研究[J]. 地域研究与开发,2011,30(5):1-6,29.
- [4] 吕少辉,关啦啦. 新农村建设之村域经济发展探究[J]. 华商,2008,28(18):57-58.
- [5] 周福义,蒙生锐. 白银市村级经济现状及发展对策[J]. 甘肃农业,2000(8):43-45.
- [6] 高新法,唐国增,张义文,等. 农村区域经济发展的比较与思考[J]. 经济地理,2001,21(2):186-191.
- [7] 刘文明. 探索发展村域经济的新思路[J]. 经济工作导刊,2001,13(4):25.
- [8] 卢福营. 两种村域经济发展模式下的村治方式比较[J]. 浙江社会科学,2000,16(6):64-69.
- [9] 谭宗宪. 论我国农村经济组织形式多元化趋势[J]. 软科学,2006,20(6):117-121.
- [10] 陈莉,左停. 农村经济精英与村域发展[J]. 乡镇经济,2008,24(11):74-79.
- [11] 邢显江. 浅谈村域农民技能培训与农民经济收入之关系[J]. 农民科技培训,2011,10(6):6-7.
- [12] 袁俊,张军以,赵卫权,等. 贵州农村经济发展模式浅析[J]. 贵州农业科学,2013,41(9):214-217.

(上接第13020页)

碍因素、土壤管理等主要属性有了深入的认识。一、二等地主要分布在地势较为平坦的沿河低阶地、河漫滩等区,排、灌条件较好,以厚层硅铝质黄棕壤性土、灰两合土,洪冲积黄褐土为主,有效土层、耕层较厚,多为轻壤土、中壤土,耕性良好,养分含量较高,是该县的高产田。三等地主要分布在丘陵低谷、沿河低阶地,排、灌条件一般,以厚层硅铝质黄棕壤性土、浅位粘化黄土质黄褐土为主,有效土层、耕层相对较厚,多为轻壤土、中壤土,耕性较好,养分中等水平,有粘盘层、铁盘层等障碍层,是该县的中产田。四等地主要分布丘陵缓坡地带。五等地以中山、丘陵地区较多,灌水条件较差或无,多为薄层硅铝质中性粗骨土,以砂壤土为主,地表砾石度较高,有效土层、耕层都较薄,养分含量低,为该县的低产田。

4 结论

(1)利用先进的3S技术和最新的全国土地调查土地利用现状数据库等资料,建立了可及时进行数据更新的县域耕地资源基础数据库,为科学开展耕地地力评价、作物适宜性评价,以及开发、应用县域测土配方施肥专家咨询系统奠定了坚实的基础。

(2)采用特尔斐法科学选取了浅山丘陵区耕地地力评价指标,并利用层次分析法和模糊综合评价方法确定各指标权重和隶属度,构建的耕地地力评价指标体系,对豫西南浅山

丘陵区开展耕地地力评价具有一定的指导意义和实用价值。

(3)利用GIS软件实现了耕地地力评价的量化、自动化,对耕地地力及其分布特征进行科学评价,并可制作耕地地力等级、土壤养分含量分布图等各类专题要素图件。通过分析找出影响耕地地力等级的主导因素,为该县农业生产、中低产田改造和耕地资源合理配置提供科学依据。

(4)南召县为典型的浅山丘陵区,此研究耕地地力评价的结果符合当地实际,各等级归入全国耕地地力等级体系,使其在全国范围内具有可比性。

参考文献

- [1] 全国农业技术推广服务中心. 耕地地力评价指南[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2006.
- [2] 鲁明星,贺立源,吴礼树. 我国耕地地力评价研究进展[J]. 生态环境,2006(4):866-871.
- [3] 崔磊,马莉莉. 基于GIS的河南省县级耕地地力评价研究[J]. 中国农学通报,2012(17):252-255.
- [4] 鲁明星,贺立源,吴礼树,等. 基于GIS的华中丘陵区耕地地力评价研究[J]. 农业工程学报,2006,22(8):96-101.
- [5] 钟德燕,常庆瑞. 基于GIS的黄土丘陵沟壑区耕地地力评价研究[J]. 农机化研究,2012(6):7-12.
- [6] 张艳粉,任圆圆,陈伟强. 基于GIS的洛阳市耕地地力评价研究[J]. 河南农业大学学报,2013(4):470-474.
- [7] 董县中,李金岐,齐子杰. 河南省南召县耕地地力评价[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2012.
- [8] 全国农业技术推广服务中心. 耕地地力调查与质量评价[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [9] 中华人民共和国农业部. NY/T309-1996. 全国耕地类型区、耕地地力等级划分[S]. 北京:中国标准出版社,1997.