

孙英彪,贺文龙,赵瑞东,等. 河北省南和县耕地集约利用评价及障碍度诊断[J]. 江苏农业科学,2017,45(4):217-223.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.065

河北省南和县耕地集约利用评价及障碍度诊断

孙英彪¹, 贺文龙², 赵瑞东³, 门明新²

(1. 河北农业大学资源与环境科学学院,河北保定 071000; 2. 河北农业大学国土资源学院,河北保定 071000;
3. 河北农业大学商学院,河北保定 071000)

摘要:为探究耕地利用中的主要障碍限制因素,实现耕地的集约高效利用,以有着“畿南粮仓”之称的河北省南和县为例,从耕地投入强度、利用程度、利用效率、持续状况4个方面构建评价指标体系,应用变异系数法确定指标的权重。在此基础上通过构建的评价模型定量计算南和县及各乡镇耕地集约利用分值,并进行时空特征分析以及障碍因素分析。主要研究结论如下:(1)2003—2013年,南和县各乡镇的集约水平在提高,集约利用等级逐渐由低等级向高等级转化;集约利用等级相同的乡镇呈现集聚连片分布和数量逐年扩大的特征;(2)2003—2013年,南和县各乡镇因素层因子间的协调度在增加;(3)2003、2008、2013年,因素层障碍因子中,投入强度和持续状况分别是全县最大和最小的限制因子,其他2项因素排名中等,差别不大;各乡镇的排序和全县的整体情况基本一致;2013年,持续状况是和阳镇最大的因素层限制因子。指标层因子中,南和县以及各乡镇排名前6位的限制因子不尽相同,绝大多数属于投入强度指标;2013年,除投入强度指标外,人均耕地、粮食安全系数、垦殖指数、复种指数也是某些乡镇耕地集约的限制因子。

关键词:时空分异;集约利用;障碍度;耕地;南和县

中图分类号:F301.21 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)04-0217-07

耕地是人类生产和生活资料的最重要来源,是保障国家粮食安全、经济发展和社会稳定的基本物质条件^[1]。随着经济发展和粮食需求量的增加,以及现代化进程中建设用地对耕地资源的挤占,耕地资源的稀缺性已成为国计民生的瓶颈^[2]。这一现实矛盾的解决之道在于认知耕地集约利用现状并有效提高其水平,以便充分挖掘存量耕地的生产潜力,从

而确保地力提升和粮食的充分供给,最终实现农业现代化和社会经济的稳步推进。特别是河北省具有良好的农业基础以及区位优势,为京津冀经济增长稳定发展起着不可或缺的作用,因此对河北省耕地集约利用水平的评价和对策分析,具有重要的现实意义以及示范价值。

对于耕地集约利用评价的研究,国内外学者进行了大量有益的探索,并取得了一定的成效,而大多数的研究内容集中于理论内涵挖掘、现状及潜力评价。其他方面的研究内容主要包括时空变异分析、协调性研究^[3-5]、利用模式研究、驱动力研究^[6-8]、相关性研究^[9-10]、通径分析研究^[11]、限制因子或驱动力分析研究^[12-15]、环境生态变化、政策建议和影响因素研究^[16-18]等。评价方法可分成单类法、多类法。单类法是指选取某一类指标进行评价的方法,最典型是通过单位面积的各种投入程度来衡量集约水平大小^[19];多类法是指选择多类

收稿日期:2016-05-25

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项(编号:201311060);河北省科技支撑计划(编号:132276329)。

作者简介:孙英彪(1981—),男,河北巨鹿人,博士,主要从事土地资源利用与管理研究。E-mail: yb2712@163.com。

通信作者:门明新,教授,博士生导师,主要从事景观生态和土地资源可持续利用研究。Tel: (0312) 7528231; E-mail: menmingxin@sina.com。

3 结论

从河北省枣强县受重金属污染的土壤中分离出2株耐铅能力较强的耐铅细菌,即ZQq1和DYq2。分别从以下进行描述:(1)ZQq1的菌落边缘整齐,表面光滑,乳白色。菌体杆状,产生芽孢,革兰氏阳性,具有运动性,好氧生长,经鉴定为芽孢杆菌属菌。其在pH值为弱碱性条件下生长最好,在pH值大于10时或小于4时不能生长,最适生长温度在42℃附近,在50℃及以上不能生长,其菌株在盐度为7%及以上完全抑制生长,耐受铅离子浓度最高2mmol/L。(2)DYq2的菌落边缘整齐,表面光滑,乳白色。菌体杆状,产生芽孢,革兰氏阳性菌,具有运动性,好氧生长,菌体有成链趋势,经鉴定为芽孢杆菌属菌。DYq2在pH值为8时生长最好,其能在42℃条件下生长,在60℃及以上不能生长,其菌株不耐盐,在盐度10%及以上

完全抑制生长,耐受铅离子浓度最高为2.5mmol/L。

参考文献:

- [1]李宏,江澜. 土壤重金属污染的微生物修复研究进展[J]. 贵州农业科学,2009,37(7):72-74.
- [2]高文谦,陈玉福. 铅污染土壤修复技术研究进展及发展趋势[J]. 有色金属,2011,63(1):131-136.
- [3]骆永明. 污染土壤修复技术研究现状与趋势[J]. 化学进展,2009(2):558-565.
- [4]陈美标,郭建华,姚青,等. 大宝山矿区耐Cd²⁺细菌的分离鉴定及其生物学特性[J]. 微生物学通报,2012,39(12):1720-1733.
- [5]江春玉,盛下放,何琳燕,等. 1株铅镉抗性菌株WS34的生物学特性及其对植物修复铅镉污染土壤的强化作用[J]. 环境科学学报,2008,28(10):1961-1968.

别指标的方法,如利用 PSR 模型或者是由投入水平、利用水平、产出水平、可持续水平等方面指标组成的指标体系。众多学者在耕地集约利用概念的指导下,从不同方面、不同尺度采用了不同的评价方法进行研究,虽已取得了一定的成果,但研究中仍然存在着不足,例如乡镇尺度的耕地集约利用水平的研究在河北省尚不多见,将其与障碍度结合的研究更少,不利于因地制宜进行局部分分析和见微知著把握全局状况。

本研究以有着“畿南粮仓”之称的河北省南和县为例,从4个方面选取了15个评价指标,力求能够全面表征研究区的集约利用状况,对评价结果进行分级,并对各个指标的协调度以及障碍度进行了分析,以期对南和县今后耕地的可持续利用提供政策导向。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

南和县属邢台市管辖,东临平乡县,西与沙河市、邢台县毗邻,北与任县相连,南与鸡泽县、永年县接壤,总面积为41 800 hm²;地处平原,海拔较低,地面起伏不大,自西南向东北倾斜;本区域属于暖温带大陆性季风气候;区域内土壤多为潮土;区域河流众多,均属季节性河流;南和县辖3个镇、5个

乡,分别为和阳镇、贾宋镇、郝桥镇、东三召乡、阎里乡、河郭乡、史召乡、三思乡,县政府所在地在和阳镇。

1.2 数据来源

根据评价对象和目标,收集整理了相关的基础资料,本研究中所用数据主要来源包括:(1)河北省农村统计年鉴;(2)南和县经济统计年鉴;(3)南和县土地利用总体规划(2009—2020);(4)南和县行政区划图。

2 研究方法

2.1 耕地集约化评价

2.1.1 耕地集约化评价的指标体系建立 耕地集约利用是一项综合的利用活动,涉及到农业、土地、科技、环境等多个领域,所以构建耕地集约利用评价指标体系要全面考虑集约利用的丰富内涵。笔者以此为出发点,结合南和县的实际情况,确立了综合性、层次性的指标体系,包含投入强度、利用程度、利用效率、持续状况等4个子系统和15个具体的指标。具体指标及其含义见表1。

其中,投入强度因子反映了耕地的投入水平;耕地利用程度指标则反映其利用状态;利用效率因子反映其产出情况;持续利用指标则反映其利用的可持续性。具体解释如下。

表1 河北省南和县耕地集约利用评价指标体系

目标层	准则层	指标层	说明	单位
耕地集约利用	投入强度	单位劳动力投入	种植业就业人口/耕地面积	人/hm ²
		单位机械投入	种植业机械总动力/耕地面积	kW/hm ²
		单位用电量投入	种植业用电量/耕地面积	kW·h/hm ²
		单位机井投入	年末机井数/耕地面积	眼/hm ²
		单位化肥投入	种植业化肥投入折纯量/耕地面积	kg/hm ²
		单位农药投入	种植业农药投入折纯量/耕地面积	kg/hm ²
		单位柴油投入	农用柴油使用量/耕地面积	kg/hm ²
	利用程度	灌溉指数	有效灌溉面积/耕地面积	无量纲
		垦殖系数	耕地面积/土地总面积	无量纲
		复种指数	农作物总播种面积/耕地面积	无量纲
	利用效率	地均产值	种植业总产值/耕地面积	万元/hm ²
		地均产量	粮食作物产量/播种面积	kg/667 m ²
		劳均产量	粮食作物产量/农业人口	kg/人
	持续利用程度	粮食安全系数	人均粮食实际占有量/400 kg	无量纲
		人均耕地	耕地总面积/人口数量	667 m ² /人

2.1.1.1 投入强度 该因素反映了耕地的投入水平,可用来表示生产要素的使用状况,是影响耕地利用的重要因素^[20-21]。本研究主要选取了单位劳动力投入、单位机械投入、单位用电量投入、单位机井投入、单位化肥投入、单位农药投入、单位柴油投入等7个指标来表征这项因素。

2.1.1.2 利用程度 该因素体现了耕地的开发利用状况^[22]。一般而言,它与耕地与集约水平同向发展。本研究选用了复种指数、灌溉指数、土地垦殖系数等3个指标来表征这项因素。

复种指数受区域水分、热量、土壤、地形、肥力等自然条件与劳力和技术水平等社会经济发展条件的综合影响。复种指数表示1年内耕地的平均利用次数,复种指数越高表明耕地利用程度越高。

耕地灌溉指数为评价单元的有效灌溉面积与耕地总面积的比值,灌溉指数越高,表明灌溉条件好的耕地面积越高,能

有效地反映人类对耕地利用条件的改善大小。高的灌溉指数是保证耕地质量和粮食产量,实现耕地集约利用的前提条件。

垦殖系数表示评价单元内土地资源开发利用的程度。它的值越大,表示土地的开发利用程度越高,该区域耕地保有率越高,耕地集约利用条件越好。

2.1.1.3 利用效率 该因素体现了耕地的单位产出水平^[23]。本研究用地均产值、劳均产值、地均产量等指标来表现该因素。

2.1.1.4 持续利用状况 该因素本研究用粮食安全系数、人均耕地2个指标来表征。耕地是利用的载体,保护耕地是实现集约利用的前提^[24]。粮食安全系数、人均耕地是权衡耕地可持续状况的主要依据。确定粮食安全占有量的标准时,要权衡我国和河北省的平均水平,该值设为400 kg/人。粮食安全系数为实际人均粮食占有量与粮食安全占有量的比值。该值越高,每个人拥有的粮食越多,越能保障耕地的可持续利

用。人均耕地表示每个人耕地的占有量,该值越小,表示每人拥有的耕地数量越少,说明耕地的压力越大,耕地越难以持续利用(表2)。

表2 河北省南和县耕地集约利用评价指标名称和代码

指标名称	代码	指标名称	代码
单位劳动力投入	C1	垦殖系数	C9
单位机械投入	C2	复种指数	C10
单位用电量投入	C3	地均产值	C11
单位机井投入	C4	地均产量	C12
单位化肥投入	C5	劳均产量	C13
单位农药投入	C6	粮食安全系数	C14
单位柴油投入	C7	人均耕地	C15
灌溉指数	C8		

2.1.2 指标数据标准化 由于原始数据的单位不一致,相互间不具有可比性,不能直接进行运算,必须进行无量纲化处理,将有单位的数据转化为无单位的相对数,消除由于指标数据之间单位的差异所造成不良后果,在此基础上运用数学模型对单元评价与分析对比。

本研究选用极差标准化法处理数据。极值标准化是数理统计分析中经常采用的一种数据标准化的方法,可以把原始值线性变换到[0,100]的区间内。

对于正向指标,其标准化公式为:

$$I_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \times 100. \quad (1)$$

对于逆向指标,其标准化公式为:

$$I_i = (X_{\max} - X_i) / (X_{\max} - X_{\min}) \times 100. \quad (2)$$

式中: I_i 为第*i*项指标的标准化分值; X_i 为第*i*项指标的原始指标数据值, X_{\max} 、 X_{\min} 分别为第*i*项指标的最大值与最小值。

2.1.3 指标权重的确定 某因子的权重可反映该因子的相对重要性,权重越大,说明该评价因子对评价结果影响越大。权重确定过程实际上就是权重体系建立过程和因子的排序过程。

有2种求取权重的方法:(1)主观法。该方法是根据对指标的重要性的经验判断确定权重的方法,主要包括专家打分法、模糊综合评价法和层次分析法等;(2)客观法。该方法根据从原始数据的获得信息来求取权重。前者尽管反映了权重确定者对某些指标的偏好,并且这种偏好不一定准确。为防止主观赋权法确定的权重与真实权重产生较大偏差,本研究应用变异系数法来计算指标的权重。

变异系数法的赋权原理为,由于变异系数是标准差与平均值的比值,因而它是一个无量纲的数据,可真实地反映指标数据在评价单元间的差异程度,变异系数越大,说明该指标在不同评价单元间的变化越明显,能更好地区分评价单元,响应的权重也就越高。采用该法可以增加评价结果的区分度。计算公式如下:

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i}. \quad (3)$$

式中: V_i 是第*i*项指标的变异系数; σ_i 是第*i*项指标的标准差; \bar{x}_i 是第*i*项指标的平均数。

各项指标的权重为:

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}. \quad (4)$$

2.1.4 评价模型的构建 在计算各指标数据标准化值和确定指标数据权重的基础上,将各指标的标准化值与其权重相乘之后进行累加,应用加权求和评价模型来量化其集约水平。其计算公式如下:

$$F_i = \sum_{j=1}^n I_{ij} \times W_j. \quad (5)$$

式中: F_i 为第*i*个评价单元耕地集约水平指数; I_{ij} 为第*i*个评价单元第*j*项指标的标准化值; W_j 为第*j*项指标的权重;*i*为评价单元的编号($i=1,2,3,\dots,m$);*j*为指标个数($j=1,2,3,\dots,n$)。

2.1.5 评价结果分级标准 参考相关文献,并结合南和县的实际情况,将其划分为4个等级,其分级评判标准见表3。

表3 河北省南和县耕地集约水平分级标准

指数值	级别	描述
>60	I	高度集约型
>40~60	II	适度集约型
35~40	III	低度集约型
<35	IV	粗放型

2.2 耕地集约利用子系统的协调性分析

耕地利用是一项系统性的工作,各子系统应尽量全面发展,既要避免某一方面过度突出,又要防止另一方面成为约束性的因素。耕地集约利用评价目的之一就是揭示一定时期内耕地利用中各个方面的相互关系^[25],以便了解它们的发展情况和协调状况,避免某方面成为发展短板。因此,本研究引入协调度模型,判断投入强度、利用程度、利用效率、持续状况4个子系统协调状况的好坏。协调度是指各因素之间的协调程度^[26],协调度的值越大,说明各子系统之间的协调状况越好。公式为:

$$C = \frac{V+X+Y+Z}{\sqrt{V^2+X^2+Y^2+Z^2}}. \quad (6)$$

式中: C 为协调度指数; V 、 X 、 Y 、 Z 分别为投入强度指数、利用程度指数、利用效率指数、持续状况指数。

2.3 耕地集约利用限制因素分析

为了更深入地探索南和县耕地集约的限制因素,本研究引入障碍度模型,并以此为依据,提出有针对性的意见。通过障碍度计算模型,计算各因子的障碍度,通过对比分析,找出制约因子,以便对症下药,找出解决耕地集约利用问题的办法。具体方法为引入指标偏离度 D_j 、障碍度(O_j 、 M_j)3个指标进行分析诊断^[14,27-28]。计算公式如下:

$$D_j = 100 - X_j; \quad (7)$$

$$O_j = \frac{D_j \times W_j}{\sum_{j=1}^{15} D_j \times W_j}; \quad (8)$$

$$M_i = \sum O_{ij}. \quad (9)$$

式中: X_j 为第*j*个指标的标准化值, D_j 为第*j*个指标的标准化值与100之间的差值; O_j 表示第*j*个指标对耕地集约利用的障碍度; M_i 表示第*i*项因素层因子对耕地集约利用的障碍度; O_{ij} 表示第*i*项因素层第*j*个指标的障碍度。

3 评价结果与分析

3.1 耕地集约水平评价结果

根据耕地集约利用评价模型,采用加权求和的方式计算

南和县 2003、2008、2013 年的耕地利用集约水平。本研究分别计算了包括南和县以及 8 个乡镇的耕地利用集约水平,计算结果见表 4。根据各乡镇耕地集约利用的综合分值,参照已有的研究成果,运用聚类分析法,将南和县各乡镇耕地集约水平划分 I、II、III、IV 等 4 个等级。

表 4 不同年份河北省南和县各乡镇耕地集约水平计算结果

区域名称	2003 年		2008 年		2013 年	
	综合得分	等级	综合得分	等级	综合得分	等级
南和县	33.55	IV	35.32	III	46.62	II
和阳镇	33.95	IV	38.94	III	70.49	I
贾宋镇	33.63	IV	39.10	III	47.14	II
郝桥镇	37.43	III	38.10	III	48.41	II
东三召乡	37.23	III	36.80	III	47.92	II
阎里乡	30.76	IV	33.97	IV	45.42	II
河郭乡	45.57	II	51.12	II	53.88	II
史召乡	25.20	IV	28.05	IV	37.36	III
三思乡	22.69	IV	24.53	IV	32.39	IV

从表 4 可以看出,2003、2008、2013 年河北省南和县的耕地利用集约度分别为 33.55、35.32、46.62,2003 年处于等级 IV,即粗放利用水平;2008 年处于等级 III,即低度集约水平;2013 年处于等级 II,即适度集约水平,表明全县耕地利用集约水平随着时间的推移在逐渐提高。2003 年,南和县绝大多数乡镇的集约利用等级处于 IV 级,即粗放利用水平,与全县整体集约利用等级一致;没有乡镇的耕地集约利用度达到 I 级;耕地集约利用度在 II 级的只有河郭乡,得分为 45.57;耕地集约利用度处于 III 级的包括郝桥镇、东三召乡,得分分别为 37.43、37.23。2008 年,南和县绝大多数乡镇的集约利用度处于等级 III,即低度集约水平,与全县整体的集约利用等级一致;没有乡镇耕地集约利用度达到 I 级;耕地集约利用度在 II 级的仍然只有河郭乡,得分为 51.12,较 2008 年提升约 12%,提升幅度较大;耕地集约利用度为 IV 级的地区是阎里乡、史召乡、三思乡,得分分别为 33.97、28.05、24.53,处于 IV 级的乡镇数量较 2003 年有所减少。2013 年,绝大多数乡镇的集约利用度处于 II 级,即适度集约水平,与全县整体的集约利用等级一致;耕地集约利用度在 I 级的只有和阳镇,得分为 70.49,较 2008 年提升 81.02%,提升幅度较大;耕地集约利用度在 III 级的只有史召乡,得分为 37.36;耕地集约利用度在 IV 级的只有三思乡,得分为 32.39。通过对比分析可知,南和县耕地利用集约水平虽然有较大幅度的提升,但仍有很大的增长潜力空间。南和县各乡镇的耕地集约水平时间变化见表 5。

从表 5 可以看出,总体上河北省南和县耕地集约总体水平呈现上升态势,2008 年较 2003 年增长率为 5.28%,2013 年较 2008 年增长率为 31.99%,呈现出先缓慢增加后又快速增加的态势,10 年内年平均增长率为 3.11%。南和县不同乡镇中,前 5 年的年平均增长率均小于后 5 年,表明南和县的耕地集约水平在加速发展。10 年内,年平均增长率较大的乡镇为和阳镇、阎里乡、史召乡,增长率分别为 7.88%、3.97%、4.02%。和阳镇的耕地集约水平综合得分 2013 年较 2003 年增长率高达 113.53%;年平均增长率最小的乡镇为河郭乡、东三召乡、郝桥镇,增长率分别为 1.69%、2.56%、2.61%,表明这 3 个乡镇的耕地集约水平增长速度较为缓慢。

表 5 河北省南和县各乡镇耕地集约水平时间变化

区域名称	增长率(%)			年平均增长率(%)		
	a1	a2	a3	a4	a5	a6
南和县	5.28	31.99	38.95	1.03	5.71	3.34
和阳镇	14.71	86.14	113.53	2.78	13.23	7.88
贾宋镇	16.27	20.56	40.17	3.06	3.81	3.43
郝桥镇	1.79	27.07	29.35	0.36	4.91	2.61
东三召乡	-1.16	30.22	28.71	-0.23	5.42	2.56
阎里乡	10.41	33.72	47.65	2.00	5.98	3.97
河郭乡	12.17	5.39	18.22	2.32	1.06	1.69
史召乡	11.30	33.19	48.24	2.16	5.90	4.02
三思乡	8.09	32.06	42.75	1.57	5.72	3.62

注:a1、a2、a3 代表评价单元耕地集约水平 2008 年较 2003 年、2013 年较 2008 年、2013 年较 2003 年增长率;a4、a5、a6 代表 2008 年较 2003 年、2013 年较 2008 年、2013 年较 2003 年的年平均增长率。

从图 1 可以看出,在 3 个不同年份里河北省南和县各乡镇的集约水平在提高,集约利用等级逐渐由低等级向高等级转化;集约利用等级相同的乡镇呈现集聚连片分布和数量逐年扩大的特征。2003 年,耕地集约利用等级呈现经向地带性的分布特征,其中贾宋镇、和阳镇、三思乡、阎里乡的耕地利用集约等级均为 IV 级,在南北方向上集中连成一片;郝桥镇、东三召乡的耕地利用集约等级均为 III 级,并且在南北方向上紧邻分布。2008 年,贾宋镇、郝桥镇、和阳镇、东三召乡的耕地利用集约等级均为 III 级,集中连成一片;三思乡、阎里乡的耕地利用集约等级均为 IV 级,在东西方向上紧邻分布。截至 2013 年,河郭乡、贾宋镇、郝桥镇、东三召乡、阎里乡耕地利用集约等级均为 II 级,围绕集约等级为 I 级的和阳镇集中连成一片;史召乡、三思乡的集约等级各为 III 级和 IV 级,分别位于南和县的东部和南部的偏远位置。

3.2 耕地集约利用子系统的协调性结果

通过计算,可求出 2003、2008、2013 年河北省南和县以及各乡镇耕地集约利用评价系统因素层因子之间的协调度计算结果,协调度变化结果见表 6。

从表 6 可以看出,河北省南和县耕地利用系统协调度变化类型为先减后增型,除和阳镇、史召乡外其他乡镇 2013 年协调度高于 2003 年,不同乡镇变化情况可分为 4 种类型:(1)递减型,和阳镇属于此种类型;(2)递增型,东三召乡、阎里乡、三思乡属于此种类型;(3)先减后增型,贾宋镇、郝桥镇属于此种类型;(4)先增后减型,河郭乡、史召乡属于此种类型。表明 2003、2008、2013 年,河北省南和县以及各乡镇的耕地利用系统协调性总体变化趋势为各子系统逐年协调,即随着时间的推移,因素层因子之间的协调性在变好。2013 年,阎里乡协调度最高,其次为郝桥镇、史召乡,表明郝桥镇、史召乡、阎里乡的耕地集约利用影响因素之间的协调性相对较好;而和阳镇由于耕地利用程度和持续状况偏低的短板,贾宋镇由于耕地投入强度和利用程度偏低的短板,河郭乡由于耕地利用程度偏低的短板,协调度偏低。

3.3 南和县耕地集约利用限制因素

在计算各障碍度后,按因素层和指标层,依据障碍度由大到小次序对各因子进行排序,并列岀排名前 5 位的因子。分析结果见表 7、表 8。

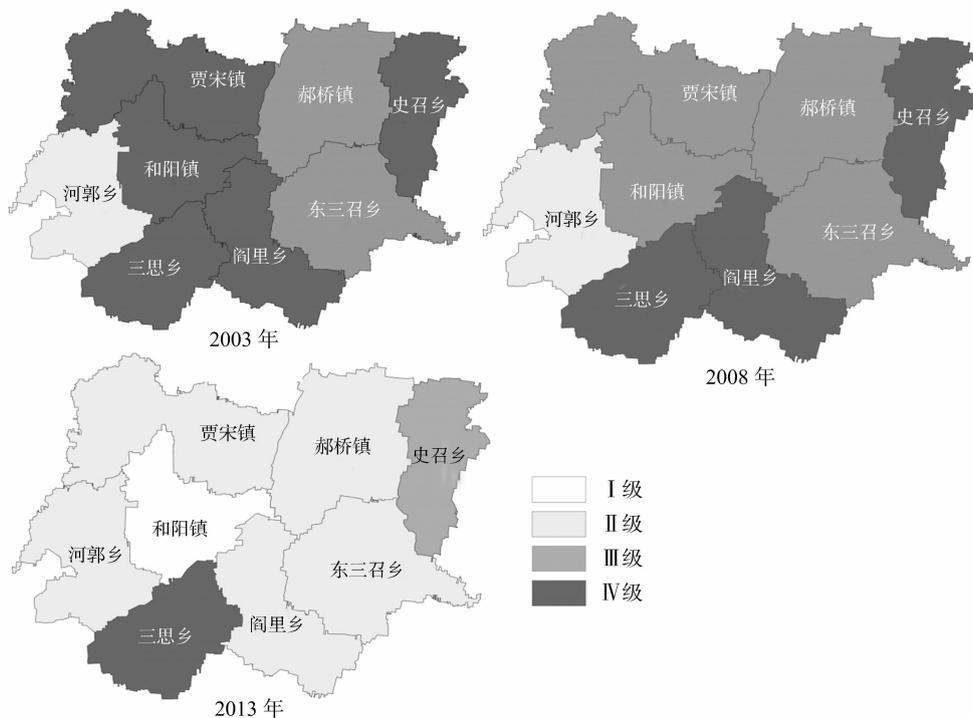


图1 河北省南和县耕地利用集约等级分布

表6 河北省南和县各乡镇协调度变化情况

区域名称	协调度		
	2003年	2008年	2013年
南和县	1.87	1.86	1.94
和阳镇	1.92	1.80	1.74
贾宋镇	1.77	1.72	1.78
郝桥镇	1.91	1.89	1.96
东三召乡	1.81	1.81	1.93
阎里乡	1.81	1.84	1.98
河郭乡	1.82	1.88	1.84
史召乡	1.99	1.99	1.95
三思乡	1.74	1.81	1.91

3.3.1 因素层限制因子 从表7、表8可以看出,整体上因素层限制因子中,障碍度最大的一直是投入强度因子,始终大于50%,可见投入强度是最大的耕地集约限制因子;最小的因素层限制因子为持续状况,大小在10%左右,说明持续状况对耕地集约利用的影响较小,同时也反映了南和县耕地的持续利用条件较好;耕地利用程度的障碍度2008年的第3位上升至2013年的第2位,2013年占障碍度总和的17%;而耕地利用效率的障碍度则占障碍度总和的16%,仅落后耕地利用程度的障碍度1个百分点,与耕地持续状况的障碍度11%相差也不大。2003—2013年,投入强度和持续状况分别是全县的最大、最小的限制因子,其他2项的障碍度排名中等,并且差别不大。

表7 不同年份河北省南和县及各乡镇因素层因子障碍度

区域名称	2003年障碍度(%)				2008年障碍度(%)				2013年障碍度(%)			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
南和县	54	22	17	7	59	17	18	6	56	17	16	11
和阳镇	55	20	17	8	58	21	15	6	32	13	19	37
贾宋镇	60	20	17	3	71	18	10	1	75	16	6	4
郝桥镇	54	21	18	7	60	18	15	7	55	15	16	14
东三召乡	54	24	17	4	62	17	17	4	63	15	14	8
阎里乡	57	21	16	5	58	16	21	5	54	17	19	11
河郭乡	48	25	22	5	57	23	16	4	57	24	12	6
史召乡	53	21	15	11	54	15	20	12	55	14	18	13
三思乡	48	27	15	10	49	15	26	10	50	18	21	12

注: B1为投入强度因子; B2为利用程度因子; B3为利用效率因子; B4为持续状况因子。表8同。

南和县和各乡镇,历年来因素层因子障碍度排名第1位的几乎全为投入强度因子,并且它的值基本上在50%以上,说明投入强度是耕地集约利用的主要制约因素。但和阳镇的投入强度因子由2003、2008年的第1位下降到2013年的第2

位,取而代之的是持续状况因子,表明和阳镇近年来由于人均耕地和人均粮食占有量逐渐降低等因素严重阻碍了耕地的持续利用,成为该镇最大的耕地集约限制因子。排名第2位和第3位的限制因子为耕地利用强度、耕地利用效率,2种指标

表8 不同年份河北省南和县及各乡镇因素层因子障碍度排序

区域名称	障碍度大小排序											
	1			2			3			4		
	2003年	2008年	2013年	2003年	2008年	2013年	2003年	2008年	2013年	2003年	2008年	2013年
南和县	B1	B1	B1	B3	B3	B2	B2	B2	B3	B4	B4	B4
和阳镇	B1	B1	B4	B3	B2	B1	B2	B3	B3	B4	B4	B2
贾宋镇	B1	B1	B1	B3	B2	B2	B2	B3	B3	B4	B4	B4
郝桥镇	B1	B1	B1	B3	B2	B3	B2	B3	B2	B4	B4	B4
东三召乡	B1	B1	B1	B3	B3	B2	B2	B2	B3	B4	B4	B4
阎里乡	B1	B1	B1	B3	B3	B3	B2	B2	B2	B4	B4	B4
河郭乡	B1	B1	B1	B3	B2	B2	B2	B3	B3	B4	B4	B4
史召乡	B1	B1	B1	B3	B3	B3	B2	B2	B2	B4	B4	B4
三思乡	B1	B1	B1	B3	B3	B3	B2	B2	B2	B4	B4	B4

的障碍度互有大小并且相差不大,2项指标大体上分别占障碍度总和的15%~20%左右。除和阳镇外,各乡镇的耕地持续状况因子的障碍度是所有指标中最小的,说明大多数乡镇的耕地资源的可持续利用状况良好,对耕地集约利用的制约最小。通过分析可知,各乡镇的因素层限制因子排序和全县的整体情况基本一致。

3.3.2 指标层限制因子 由于指标层因子较多,本研究仅选取障碍度排名前6位的指标为主要限制因子,它们的累计障碍度超过50%,对南和县耕地集约利用有显著的制约作用,分析结果见表9。

表9 不同年份河北省南和县及各乡镇指标层主要限制因子排序

年份	区域名称	障碍度大小排序					
		1	2	3	4	5	6
2003年	南和县	C3	C13	C11	C4	C6	C5
	和阳镇	C13	C3	C7	C2	C5	C4
	贾宋镇	C6	C3	C11	C1	C4	C7
	郝桥镇	C6	C13	C3	C11	C7	C4
	东三召乡	C5	C4	C13	C3	C11	C7
	阎里乡	C3	C6	C13	C4	C5	C2
	河郭乡	C3	C13	C11	C4	C10	C8
	史召乡	C6	C13	C5	C3	C4	C11
	三思乡	C13	C12	C3	C6	C5	C11
2008年	南和县	C3	C6	C7	C4	C2	C10
	和阳镇	C7	C5	C8	C3	C10	C13
	贾宋镇	C1	C6	C2	C3	C4	C7
	郝桥镇	C6	C7	C4	C3	C13	C10
	东三召乡	C5	C1	C4	C3	C10	C7
	阎里乡	C3	C6	C13	C5	C2	C10
	河郭乡	C1	C3	C11	C7	C4	C10
	史召乡	C6	C5	C13	C3	C4	C10
	三思乡	C13	C12	C5	C3	C6	C14
2013年	南和县	C6	C5	C1	C13	C3	C4
	和阳镇	C15	C6	C13	C14	C9	C5
	贾宋镇	C6	C1	C5	C2	C4	C3
	郝桥镇	C6	C5	C4	C13	C1	C8
	东三召乡	C5	C1	C4	C3	C6	C10
	阎里乡	C5	C13	C3	C10	C8	C14
	河郭乡	C1	C6	C3	C8	C10	C4
	史召乡	C6	C5	C13	C3	C4	C10
	三思乡	C5	C6	C13	C14	C10	C3

从表9可以看出,2003—2013年,南和县排名前6位的指标层限制因子不尽相同,排名也有所变动,绝大多数属于投入强度指标,并且有3个指标始终处于前6位中。C3的单位用电量投入指标始终排在前6位,但是已经由2003、2008年的第1位下降至2013年的第5位,呈现下降趋势,说明随着农村电网等基础设施的逐步完善,单位用电量投入对耕地集约利用的制约作用有所降低。C6的单位农药投入指标也始终位于前6位,位次由2003年的第5位上升至2013年的第1位,呈现上升趋势,说明了农药投入演变为最大限制因子。C4的单位机井投入指标也一直处于前6位中,排名由2003、2008年的第4位下降到2013年的第6位,说明尽管由于国家土地整治等原因导致机井数量的增加,改善了机井数量不足的状况,减少了对耕地集约利用的制约作用,但是机井数量仍然是较大的限制因子。其他指标中,C13的劳均产量指标2003年处于第2位,2008年处于不在前6名之内,2013年又处于第4位,说明劳均产量仍然是制约耕地集约利用的重要因素。C11的地均产值指标的障碍度在2003年处于第3位,在2008、2013年已经被挤到前3名外,表明随着社会、经济、技术、物质条件等条件的进步,地均产值逐步增加,限制作用变小。C5的单位化肥投入指标的障碍度2003年处于第6位,2008年排在前6名外,2013年处于第2名,表明化肥的投入有待加强。2013年障碍度排名前6位的指标层因子中,有5个指标属于投入强度因子,包括单位农药投入、单位化肥投入、单位劳动力投入、单位用电量投入、单位机井投入;一个属于效率因子,为劳均产量。可见投入强度是最主要的限制因子。其中C1的单位劳动力投入指标属于新进入前6位的指标,说明随着经济的快速发展,农民外出务工人员逐年增加,单位劳动力投入略显不足,成为主要的限制因子。

2003、2008、2013年,各乡镇前6位的耕地指标层限制因子不尽相同,排序也不一致,但绝大多数属于投入强度指标。2013年,绝大多数乡镇的耕地集约限制因子属于投入强度指标;除投入强度指标外,人均耕地、粮食安全系数、垦殖系数、复种指数也是某些乡镇耕地的集约限制因子。

4 结论

耕地的大量占用和低效利用极大地威胁我国的粮食安全,影响我国现代农业的发展。依赖增加耕地面积的方法增加粮食产量变得越来越困难,而耕地集约利用,能大幅度挖掘

耕地的潜力,提高耕地的生产能力,能够有效地解决当前耕地供需矛盾问题,保证粮食充分供给,实现农业现代化和社会经济的稳步推进。本研究基于耕地集约利用的概念,从耕地投入强度、利用程度、利用效率、持续状况4个方面构建评价指标体系,应用变异系数法确定指标的权重。在此基础上,通过构建的评价模型定量计算南和县及各乡镇耕地集约利用分值,并进行时空特征分析、协调性分析和限制因素分析。并以分析结果为依据,提出针对性建议和措施,为各乡镇耕地利用指明方向。主要研究结论如下:(1)2003—2013年,南和县各乡镇的集约水平在提高,集约利用等级逐渐由低等级向高等级转化;集约利用等级相同的乡镇呈现集聚连片分布和数量逐年扩大的特征。截至2013年,河郭乡、贾宋镇、郝桥镇、东三召乡、阎里乡耕地利用集约等级均为Ⅱ级,围绕着集约等级为Ⅰ级的和阳镇集中连成一片;史召乡、三思乡的集约等级各为Ⅲ级、Ⅳ级,分别位于南和县的东部和南部的偏远位置。(2)2003—2013年,南和县及各乡镇的因素层因子间的协调度在增加。2013年,郝桥镇、史召乡、阎里乡的协调程度相对较高,和阳镇由于耕地利用程度和持续状况偏低的短板,贾宋镇由于耕地投入强度和利用程度偏低的短板,而河郭乡由于耕地利用程度偏低的短板,协调度相对较低。(3)2003、2008、2013年,因素层限制因子中,投入强度和持续状况分别是全县的最大、最小的限制因子,其他2项因素排名中等、差别不大;各乡镇的排序和全县的整体情况基本一致;2013年,持续状况是和阳镇的最大因素层限制因子。指标层因子中,南和县以及各乡镇排名前6位的限制因子不尽相同,绝大多数属于投入强度指标;2013年,除投入强度指标外,人均耕地、粮食安全系数、垦殖系数、复种指数也是某些乡镇耕地集约的限制因子。

参考文献:

- [1]姚士谋,陆大道,王 聪,等. 中国城镇化需要综合性的科学思维——探索适应中国国情的城镇化方式[J]. 地理研究,2011,30(11):1947-1955.
- [2]张颂念,胡月明,赵 元,等. 耕地后备资源评价方法研究综述[J]. 广东土地科学,2013(2):38-42.
- [3]王 帅,曲长祥,冯翔迪. 黑龙江省耕地集约利用的区域差异及影响因素分析[J]. 东北农业大学学报,2012,43(5):142-146.
- [4]吴郁玲,顾 湘,周 勇. 农户视角下湖北省耕地集约利用影响因素分析[J]. 中国土地科学,2012,26(2):50-55.
- [5]朱莉芬,司林杰,汪水丰. 重庆市耕地集约利用影响因素实证研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(29):16395-16397.
- [6]易 军,梅 昀. 基于PSR框架的耕地集约利用及其驱动力研究——以江西省为例[J]. 长江流域资源与环境,2010(8):895-900.
- [7]窦 妍,南 灵. 基于PSR框架的耕地集约利用评价及驱动力研究——以关中地区为例[J]. 农业现代化研究,2011,32(5):615-618.
- [8]杨 忍,刘彦随,郭丽英,等. 环渤海地区农村空心化程度与耕地利用集约度的时空变化及其耦合关系[J]. 地理科学进展,2013,32(2):181-190.
- [9]赵 京,杨钢桥. 耕地利用集约度变化影响因素典型相关分析[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(10):103-108.
- [10]鲁春阳,文 枫,杨庆媛. 城市土地利用结构影响因素的通径分析——以重庆市为例[J]. 地理科学,2012,32(8):936-943.
- [11]倪 超,杨胜天. 黑龙江省耕地集约利用评价及障碍因素诊断[J]. 干旱区资源与环境,2014,28(12):32-37.
- [12]孙男男,郑华伟,张 兰,等. 耕地集约利用动态评价及障碍因素诊断研究——以河北省为例[J]. 农业现代化研究,2012,33(1):90-94.
- [13]张小虎,牛海鹏,张合兵,等. 粮食主产区耕地集约利用及障碍因素诊断[J]. 水土保持通报,2012,32(5):87-92.
- [14]胡志朋,杨凤海,周晓飞. 肇源县耕地集约利用评价及障碍度诊断[J]. 水土保持研究,2013,20(1):148-151,155.
- [15]卞兴云. 聊城市耕地集约利用水平及影响因素研究[D]. 雅安:四川农业大学,2010.
- [16]陈亦男. 长株潭地区耕地集约利用时空变化分析[D]. 长沙:湖南师范大学,2014.
- [17]金淑婷,石培基,李 博,等. 武威市绿洲区耕地集约利用综合评估[J]. 水土保持通报,2013,33(1):232-237.
- [18]郑华伟,刘友兆. 基于PSR模型的耕地集约利用空间差异分析——以四川省为例[J]. 农业系统科学与综合研究,2011,27(3):257-262.
- [19]何佑勇. 潜江市耕地集约利用评价研究[D]. 武汉:华中农业大学,2007.
- [20]朱一中,曹 裕. 基于PSR模型的广东省城市土地集约利用空间差异分析[J]. 经济地理,2011,31(8):1375-1380.
- [21]陈 伟,吴 群. 考虑耕地质量差异影响的江苏省耕地集约利用评价[J]. 农业工程学报,2013,29(15):244-253.
- [22]陈 珏. 黑龙江省耕地集约利用评价研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2009.
- [23]李 宏. 哈尔滨市耕地集约利用的评价及配置模式探讨[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2008.
- [24]朱前涛. 甘肃省耕地资源集约节约利用及其实现途径研究[D]. 兰州:兰州大学,2010.
- [25]顾 艳. 耕地集约利用评价[D]. 武汉:华中师范大学,2011.
- [26]李 彦. 区域土地利用系统协同管理的理论与方法研究[D]. 南京:南京农业大学,2010.
- [27]周晓飞,雷国平,徐 珊. 城市土地利用绩效评价及障碍度诊断——以哈尔滨市为例[J]. 水土保持研究,2012,19(2):126-130.
- [28]王 军,何 玲,董 谦,等. 河北省农业生态安全障碍度评价与对策研究[J]. 农业现代化研究,2010,31(1):81-85.