

土壤肥力综合评价方法的试验研究

刘 刚

(中国农业大学精细农业研究中心)

摘 要 提出了模糊数学方法与半定量评价法相结合的农田土壤肥力综合评价方法, 利用 ArcView GIS 3.1 地理信息系统和 Visual Basic 软件, 实现了对试验田内土壤肥力水平的综合评价, 生成了土壤单项养分空间分布图和土壤综合肥力空间分布图。经对比分析, 结果表明此方法的评价结果比较准确。

关键词 半定量评价; 综合评价; 地理信息系统

分类号 S 158.9

Research and Design on Field Comprehensive Evaluation Method for Precision Agriculture

Liu Gang

(Research Centre for Precision Agriculture, CAU)

Abstract A in the field comprehensive evaluation method was developed. In order to attain a better result, this method integrated fuzzy mathematics together with traditional quasi-quantificational field comprehensive evaluation method. This method was realized by Visual Basic programming, and ArcView GIS 3.1 was used to generate soil fertility distribution map and the evaluation result map. After comparison study, it has been shown that this evaluation method is effective and accurate.

Key words quasi-quantificational evaluation; comprehensive evaluation; GIS

早期的农田土壤肥力评价主要用于较大范围的宏观区域, 评价方法比较粗略, 属于定性评价。目前常用的农田土壤肥力评价方法是半定量式的, 这种方法对评价因素进行了数值化处理, 通过数学模型的建立和数学运算得出评价结果。由于这种评价方法中还经常包括很多经验因素, 因此称为半定量式评价。半定量农田土壤肥力评价方法包括生态带法和参数法, 其中参数法是目前最常用的方法^[1]。

60 年代中期, 很多学者开始研究和建立农田生产力模拟模型, 并逐步应用于农业生产和研究的各个方面。在此基础上, 农田土壤肥力的定量化评价成为可能; 但是到目前为止, 建立农田生产力模拟模型仍然过于复杂, 难以完全满足土壤肥力定量化评价的需要。此外, 在多数情况下, 评价涉及到模糊因素, 用模糊数学的方法进行评价会有比较好的效果; 所以笔者采用半定量法与模糊数学方法相结合的评价方法对农田土壤肥力进行综合评价。

收稿日期: 2000-01-12

河北省教委基金项目

刘 刚, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)213 信箱, 100083

1 试验方法

试验在河北农业大学试验田内进行, 土壤类型为草甸褐土, 表层 0~ 20 cm 为壤土, 试验区内种植制度为冬小麦-夏玉米轮作。试验田面积 15m × 105m, 采样间隔为 5m × 5m。土样采集、编号、阴干后, 采用常规化学方法化验分析, 得到土壤中速效氮(N)、速效磷(P)、速效钾(K)和有机质(SOM)的质量分数, 共 63 组。

2 土壤肥力水平综合评价

1) 评价因素的确定

影响评价农田土壤肥力的因素很多, 研究中考虑了其中的主要因素, 包括土壤中 N, P, K 及 SOM 的含量。设评价因素集 $W = \{w_1, w_2, w_3, w_4\}$, 其中 w_1, w_2, w_3, w_4 分别表示土壤中 N, P, K 及 SOM 的质量分数。

2) 评价等级的确定

按照一般的农田土壤肥力评价标准, 本文中将评价结果也分为 5 个等级^[2]。设评价集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$, 其中 v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 分别表示高、较高、中、低较、低。

3) 单因素的等级划分与单因素评价矩阵的确定

根据农田土壤肥力与冬小麦产量之间的关系, 将 N, P, K 和 SOM 的质量分数进行等级划分, 结果见表 1。

表 1 单因素等级划分表

评价等级	$w_1/(mg \cdot kg^{-1})$	$w_2/(mg \cdot kg^{-1})$	$w_3/(mg \cdot kg^{-1})$	$w_4/\%$
v_1	> 55	> 25	> 150	> 1.5
v_2	> 50, 55	> 20, 25	> 120, 150	> 1.3, 1.5
v_3	> 45, 50	> 15, 20	> 90, 120	> 1.1, 1.3
v_4	> 40, 45	> 10, 15	> 60, 90	> 0.9, 1.1
v_5	40	10	60	0.9

单因素评价矩阵根据采样土壤中 N, P, K, SOM 的质量分数, 通过统计方法求得。其方法是: 设 w_i 的单因素评价结果为 r_{ij} , 这里 r_{ij} 为 w_i 获得第 j 种评价等级的频数。单因素评价矩阵的一般表达式为 $R = [r_{ij}]$ 。以 63 组采样数据为例, 其中土壤中 N 的质量分数 w_1 评价为 v_1 的有 12 组数据, 则 $r_{11} = 12/63 = 0.17$ 。如此类推, 可得单因素评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 0.17 & 0.82 & 0 & 0 & 0 \\ 0.16 & 0.28 & 0.56 & 0 & 0 \\ 0.14 & 0.41 & 0.27 & 0.14 & 0.04 \\ 0.02 & 0.16 & 0.37 & 0.37 & 0.08 \end{bmatrix}$$

4) 隶属度函数的确定^[3]

根据表 1, 定义 w_i 对应的单因素模糊集 $E_i (i = 1, 2, \dots, 4)$ 。根据农业专家的经验, 隶属度函数 E_i 定义为

$$E_1 = \begin{cases} 0 & w_1 \leq 40 \\ \frac{w_1 - 40}{15} & 40 < w_1 \leq 47.5 \\ 1 - \frac{55 - w_1}{15} & 47.5 < w_1 \leq 55 \\ 1 & w_1 > 55 \end{cases} \quad E_2 = \begin{cases} 0 & w_2 \leq 10 \\ \frac{w_2 - 10}{15} & 10 < w_2 \leq 17.5 \\ 1 - \frac{25 - w_2}{15} & 17.5 < w_2 \leq 25 \\ 1 & w_2 > 25 \end{cases}$$

$$E_3 = \begin{cases} 0 & w_3 \leq 60 \\ \frac{w_3 - 60}{90} & 60 < w_3 \leq 105 \\ 1 - \frac{150 - w_3}{90} & 105 < w_3 \leq 150 \\ 1 & w_3 > 150 \end{cases} \quad E_4 = \begin{cases} 0 & w_4 \leq 0.9 \\ \frac{w_4 - 0.9}{0.6} & 0.9 < w_4 \leq 1.2 \\ 1 - \frac{1.5 - w_4}{0.6} & 1.2 < w_4 \leq 1.5 \\ 1 & w_4 > 1.5 \end{cases}$$

式中: w_1, w_2, w_3 分别代表土壤中 N, P, K 的质量分数, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; w_4 表示土壤中 SOM 的质量分数, %。

5) 评价过程

现以试验田某一采样栅格中的土壤为例, 进行评价。该栅格土壤评价因素集为

$$W = (48, 50, 15, 15, 95, 40, 1, 10)$$

利用隶属度函数 $E_1 \sim E_4$ 将 W 模糊化, 得

$$W_1 = (0.43, 0.34, 0.17, 0.33)$$

采用先取小后取大的(-)评价模型对 W_1 进行评价, 评价结果用 V 表示

$$V = W_1 \circ R = (0.29, 0.32, 0.36, 0.26, 0.33)$$

归一化得

$$V_1 = (0.186, 0.205, 0.230, 0.166, 0.212) \quad (1)$$

式(1)说明该栅格内土壤肥力水平属于“中”的隶属度为 0.230。

3 结果与结论

利用 ArcView GIS 3.1 地理信息系统对土壤采样实验数据和土壤肥力综合评价结果进行插值分析, 得到土壤单项养分空间分布图和土壤综合肥力空间分布图(见图 1)。

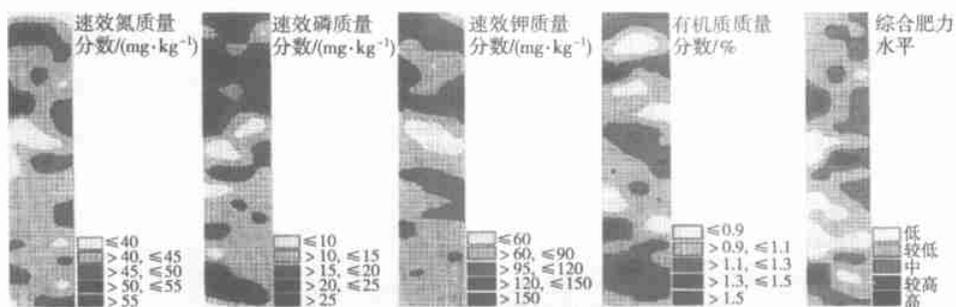


图 1 土壤单项肥力及综合肥力空间分布图

使用的插值方法为反距离加权插值法(DW -Inverse Distance Weight)^[4], 插值后栅格的大小为 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$, 总栅格数为 5 752, 邻域内已知点数取 12, 权值取 2。

从图 1 可以看出试验田内大部分小区土壤中 N, P 和 SOM 的质量分数均偏低。基本上, N 的质量分数小于 $50\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, P 的质量分数小于 $20\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, SOM 的质量分数小于 1.1%, 只有 K 的质量分数处于中等水平, 大致分布在 $60 \sim 120\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间, 土壤综合肥力水平较低。这说明土壤肥力综合评价结果与土壤中各单项肥力的分布情况是一致的。

参 考 文 献

- 1 刘消宁, 郝晋珉 高产田评价指标体系与建设应用的研究: [学位论文] 北京: 中国农业大学, 1997
- 2 邝继双 冬小麦变量施肥智能空间决策支持系统(VRF-ISDSS)的研究与实现: [学位论文] 保定: 河北农业大学, 1999
- 3 胡淑礼 模糊数学及其应用 成都: 四川大学出版社, 1994 245~ 255
- 4 Torben H, Annette K, Andreasen C. Weed mapping with Co-Kriging using soil properties Precision Agriculture 1999(1): 39~ 52

www.cnki.net