

# 藏东南耕作棕壤养分模糊综合评价

李 萍

(西藏农牧学院农学系 林芝 860000)

**摘 要** 应用模糊数学方法对藏东南地区的耕作棕壤的养分状况进行综合评价。结果表明,这种方法对土壤养分的评价更加准确和可靠,所获得的最终评价价值可直接反映土壤养分的绝对等级。

**关键词** 耕作棕壤;土壤养分;模糊评价

**中图分类号** S158.2

随着人口的急剧增加和耕地的减少,合理利用土壤资源显得日益重要。要合理利用土壤资源,就有必要了解土壤资源的质量状况。土壤资源的质量有多方面的内容,土壤养分是其中的重要组成部分,对其进行合理评价关系着对土壤资源的正确评价。而养分水平是土壤诸多养分元素如有机质、全 N、碱解 N、全 P、速效 P、全 K、速效 K 等的综合反映,因此,对其进行评价不能只以单一元素进行,而要根据多种养分元素来对养分作综合评价。本文拟通过模糊集理论,综合考虑多种养分元素对肥力的贡献,采用模糊综合评价方法,对藏东南地区主要土壤类型-耕作棕壤的养分进行科学的、客观的评价,从而为该地区合理评价土壤养分提供可靠依据。

## 1 概况

棕壤是藏东南林芝地区的主要土壤类型之一,

它占全区土类面积的 97.34%。其中的耕作棕壤属于其所处地形平坦、土层深厚的特点,已成为该区主要的农业土壤,主要种植春青稞、春小麦、冬小麦等农作物。为了解耕作棕壤的养分状况,我们于 2000 年 4 月用 S 型多点取样法设置采样点 96 个,按其自然分布情况划分为 12 个地块,采集混合样品 12 个,编号分别为 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12。各地块设置的采样点数(因地块大小而定)分别为 4、6、10、8、9、9、8、5、5、16、6、10 个,取样深度 0~20cm。种植的作物为冬小麦,前茬为冬小麦,所取土样覆盖面积 70 多公顷。测定项目包括有机质、全 N、碱解 N、速效 P、速效 K。有机质测定采用重铬酸钾法,全 N 采用半微量开氏法测定,碱解 N 采用碱解扩散法,速效 P 采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法,速效 K 用醋酸铵-火焰光度法<sup>[1]</sup>。测定结果见表 1。

表 1 耕作棕壤养分含量及产量

Table 1 nutrients content and yield of farming brown forest soil

编号	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 P (p <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg)	速效 K (k <sub>2</sub> O mg/kg)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
1	18.7	1.05	72.8	10.6	31.5	978
2	17.5	0.98	75.3	9.1	26.5	923
3	14.2	0.80	50.8	3.3	16.0	815
4	18.3	1.02	66.5	11.4	40.0	1025
5	16.4	0.92	58.8	7.6	30.3	828
6	12.0	0.67	50.4	4.2	17.8	806
7	19.0	1.06	76.7	9.2	61.6	1004
8	17.9	1.00	62.3	3.7	34.6	996
9	12.6	0.71	45.5	2.7	31.0	770
10	18.0	1.01	73.9	4.1	22.2	881
11	17.7	0.99	61.3	4.2	15.3	825
12	11.7	0.66	52.9	2.4	17.7	827
平均值	16.2	0.91	62.3	6.0	28.7	890

## 2 土壤养分的模糊综合评价方法

模糊数学是一门内容丰富的应用数学，广泛应用于土地质量、土壤生产力等自然环境因素的定量评价<sup>[2-4]</sup>。本次研究采用以 (U,V,R) 为综合评定域的 M(·,+)模型<sup>[5]</sup>。其中 U={U1,U2,...,Un}是评价因素集；V={V1,V2,...,Vm}是评价等级集；R是模糊评价矩阵，由该矩阵所得模糊综合评价结果向量是 V 上的模糊集。根据模糊综合指数法原则，模糊综合评价结果向量与等级标准向量合成得到模糊综合指数 F。因此本次研究采用的模糊综合评价模型为

$$F=Y \cdot S \quad (1)$$

式中 F-土壤模糊综合评价指数，Y-模糊综合向量，S-等级标准向量。本文对上述 5 个测定项目，即有机质、全 N、碱解 N、速效 P 和速效 K 所采用的标

$$\text{准等级向量 } S = \begin{pmatrix} 95 \\ 80 \\ 65 \\ 50 \\ 35 \end{pmatrix}$$

$$Y=R \cdot A \quad (2)$$

式中 R-模糊评价矩阵，A-参评因素权重向量，

$$A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1 \quad a_i > 0$$

$$R = \begin{Bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_n \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{Bmatrix} \quad \text{其中 } r_{ij}(i=1 \dots n, j=1 \dots m)$$

表示 m 个等级，j=1...n，表示 n 个参评因素为评价价值，表示第 j 个因素对第 i 个等级的隶属度。隶属度的求法用“降半梯形”法求得<sup>[6]</sup>。即：若实测值比

最优等级数值还高，则它对 i+1 最优等级的隶属度为 1-a<sub>i</sub><sup>[7-9]</sup>，对其它等级的隶属度均为 0；若实测值比最差等级数值还低，则它对最差等级的隶属度为 1，对其它等级的隶属度都为 0；若实测值介于 i 和 i+1 等级数值之间，则它对 i 等级的隶属度 a<sub>i</sub>根据公式 (3) 计算，它对 i+1 等级的隶属度=1-a<sub>i</sub>。

$$a_i = \frac{(x-a)}{(b-a)} \quad (3)$$

X 为实测值，a 为 i+1 等级的标准值，b 为 i 等级的标准值。

## 3 模糊综合评价过程

### 3.1 确定评价因素

评价因素的确定，在遵循主导因素原则和相互独立性原则的基础上，经专家评分，选取了对土壤养分水平影响较大的土壤有机质、全 N、碱解 N、速效 P、速效 K 为评价因素。

### 3.2 评价标准及评价因素权重

评价标准采用国家土壤养分评价等级标准，见表 2。

由于各评价因素对土壤肥力的贡献水平不一，应当适当考虑各评价因素的相互重要程度，也即权重，我们选取的权重如下：

因素	有机质	全 N	碱解 N	速效 P	速效 K
权重	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15

### 3.3 评价过程

根据前述的评价方法,我们以编号为 1 的土样为例来进行模糊综合评价。综合评价按以下步骤进行：

(1) 确定评价因素向量：U= { 有机质，全 N，碱解 N，速效 P，速效 K }，则 U<sub>1</sub>= { 18.7，1.05，72.80，10.60，31.50 }

(2) 确定各评价因素的模糊向量：根据公式 (3)，则土样 1 有机质的实测数据是 18.7，与表 2

表 2 国家土壤养分评价等级标准

Table 2 National standard for grading and evaluating soil nutrients

等级	1	2	3	4	5
有机质 (g/kg)	27.5	12.5	9.0	7.0	6.0
全 N (g/kg)	1.6	1.1	0.8	0.6	0.5
碱解 N (mg/kg)	170	1300	100	60	30
速效 P (mg/kg)	50	300	15	6	3
速效 K (mg/kg)	250	175	125	65	30

比较, 其值处于 1, 2 级之间, 所以它对 3, 4, 5 等级的隶属度均为 0, 对 1 等级的隶属度

$$a_i = \frac{18.7-12.5}{27.5-12.5} = 0.41, \text{ 对 2 等级的隶属度} = 1-0.41=0.59,$$

所以有机质的模糊向量是{0.41,0.59,0,0,0}。同理可得全 N 的模糊向量是{0, 0.83, 0.17, 0, 0}; 碱解 N 的模糊向量是{0, 0, 0.32, 0.68, 0}; 速效 P 的模糊向量是{0, 0, 0.51, 0.49, 0}; 速效 K 的模糊向量是{0, 0, 0, 0.04, 0.96}。

(3) 建立模糊评价矩阵: 如此, 土样 1 的模糊评价矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} 0.41 & 0.59 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.83 & 0.17 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.32 & 0.68 & 0 \\ 0 & 0 & 0.51 & 0.49 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.04 & 0.96 \end{bmatrix}$$

(4) 求模糊综合评价结果向量 Y: 模糊综合评价结果向量 Y 由模糊评价矩阵 R 乘以各因素权重向量 A 得到。土样 1 的模糊评价结果向量

$$Y_1 = R_1 \cdot A = \begin{bmatrix} 0.41 & 0.59 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.83 & 0.17 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.32 & 0.68 & 0 \\ 0 & 0 & 0.51 & 0.49 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.04 & 0.96 \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.2 \\ 0.2 \\ 0.15 \\ 0.15 \end{pmatrix}$$

$$= \{0.123, 0.343, 0.175, 0.216, 0.144\}.$$

(5) 求模糊综合评价得分 F: 模糊综合评价得分 F 由模糊综合评价结果向量 Y 乘以标准等级向量 S 而得。则土样 1 的模糊综合评价得分  $F_1 = Y_1 \cdot S =$

$$\{0.123, 0.343, 0.175, 0.216, 0.144\} \times \begin{pmatrix} 95 \\ 80 \\ 65 \\ 50 \\ 35 \end{pmatrix} = 66.34.$$

同样, 可得到其余 11 个土样的综合评价得分(表 3)。

### 3.4 结果分析

从表 3 的综合评价数值和表 1 的产量来看, 二者之间有很好的对应关系, 说明用模糊综合评价方法评价土壤养分状况是切实可行的。

表 4 养分等级与模糊综合评价数值对照表

Table 4 Comparison of nutrient grading with value of the fuzzy overall evaluation

养分等级	1	2	3	4	5
F 取值范围	95	80~95	65~80	50~65	< 50

表 4 中的等级与表 2 中的等级相互对应。所以, 结合表 4, 从土壤的模糊综合评价数值就能知道土壤养分水平的高低。土壤的模糊综合评价分数越高, 说明土壤养分含量越丰富, 土壤的肥力水平就越高。由表 3 和表 4 可见, 藏东南地区耕作棕壤养分模糊综合评价得分在 50~70 分之间, 其中 25% 土样的综合评价分数低于 80, 养分级别属于第 3 级, 而 75% 土样的综合评价分数低于 65, 养分级别为第 4 级。说明该地区耕作棕壤的综合养分水平不高, 要提高其生产力, 需要采取多种方式培肥土壤, 切实提高土壤肥力, 从而为提高土壤生产力提供坚实的物质基础。

### 参考文献

1 彭克明, 裴保义主编. 农业化学. 北京: 农业出版社, 1980, 196

2 顾和和, 胡振琪. 泥浆泵复垦土壤生产力的评价及其土壤重构. 资源科学, 2000, (5): 37~39

3 王伟, 唐明华等. 土壤养分的模糊综合评价. 西南农业大学学报, 2000, (3): 270~272

4 宋庭州, 高县土地质量评价方法. 自然资源, 1984, (1): 49~57

5 林培, 土地资源学. 北京: 北京农业大学出版社, 1990, 133~186

6 杨崇瑞. 模糊数学及其应用. 北京: 农业出版社, 1994, 43~84

7 冯德益. 模糊数学方法及应用. 北京: 地震出版社, 1989, 43~78

8 陈世权. 模糊决策与分析. 贵阳: 贵州出版社, 1990, 20~87

9 王百群等. 神府煤田大柳塔镇的土壤资源及其养分评价. 水土保持研究, 1995, (1): 109~111

经方差分析知：处理间F值 = 9.99达 $F_{0.10}$  (= 8.53)的水平，处理间存在差异。由表1分析知：中耕与免耕达 $P_{0.10}$ 的显著水平，中耕比免耕 $667m^2$ 增产油菜10.0kg，增产率为13.3%。

### 2.2 农艺性状分析

由表2知，中耕除草能使油菜增产的原因是使土

壤疏松、通气、透水、导肥，截断了大根、老根，促进了新根的萌发，加大了根系吸收肥水的力度，提高了肥料利用率。使株高、植株重量、叶数等生物量均增加；使总分枝数、每株荚数、千粒重等经济性状增加而增产。中耕对角果长度、直径及每荚粒数影响不大。

表 2 油菜耕作对比试验的室内考种 (平均值)

处理	主根长 (cm)	主根宽 (cm)	株高 (cm)	株鲜重 (g)	株风干重 (g)	茎分枝高度 (cm)	总分枝数	角果				单株产量 (g)	
								每株荚数	长度 (cm)	直径 (cm)	实粒数		千粒重 (g)
中耕	11.9	1.02	138	163	71.3	51.2	7.7	136.5	6.3	0.43	21.0	3.15	10.05
免耕	13.8	1.27	127	120	55.8	58.0	7.2	118.2	6.6	0.47	21.5	3.12	11.51

### 2.3 经济效益分析

2000年黔东南州各县油菜籽收购价在2.00~3.00元/kg不等。本文按最高价3.00元/kg计算，在其它条件均相等时，中耕3次比免耕多用(10元/人×2人×3次中耕)/ $667m^2 = 60元/667m^2$ ，而中耕只比免耕增收(3.00元/kg×10kg)/ $667m^2 = 30元/667m^2$ 。由此可见，中耕虽然增产，但并不增收。

### 3 小 结

现有的市场经济条件下，种油菜最经济、最有效的办法是  $667m^2$  深施颗粒的油菜专用复合肥 50~100kg 一次打底，与土壤混合深施，结合施用旱地除草剂之后，不再中耕追肥。

\*\*\*\*\*

(上接第 437 页)

## FUZZY OVERALL EVALUATION OF NUTRIENTS IN FARMING BROWN FOREST SOIL IN SOUTHEASTERN TIBET

Li Ping

(Agronomy department of Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi 860000)

**Abstract** A fuzzy mathematic method was used to make an overall evaluation of nutrient status of the farming brown forest soil of southeastern Tibet. This method was shown to be feasible in evaluation of soil nutrients with results being more accurate and reliable and the final outcome of the evaluation may directly express grading of soil nutrients.

**Key words** Farming brown forest soil, Soil nutrients, Fuzzy evaluation