

山东省青州市耕地地力等级评价研究

王瑞燕¹ 赵庚星^{1*} 李涛²

(1 山东农业大学资环学院 泰安 271018; 2 山东省土肥总站 济南 250000)

摘要 本文介绍了农业部有关耕地地力等级评价在山东省青州市的试点研究结果。整个评价是建立在全面野外调查和室内化验分析以获取大量耕地地力相关信息的基础上,以 GIS 和 SPSS 等技术并结合有关数学模型为依托,对耕地地力进行的自动化和定量化评价。对耕地地力等级的分布特点、利用现状、存在问题及对策也进行了分析,希望能对青州市耕地高效和可持续利用提供科学依据。

关键词 耕地地力等级;评价;分布特点;对策;青州市

中图分类号 S158

我国有关耕地适宜性评价方面的研究进行的很多^[1~6],但由于我国农村经营体制、耕作制度、作物品种、种植结构、产量水平、肥料和农药使用等多个方面在近些年均发生了很大的改变,有必要对耕地地力进行新的和全面的调查和评价,这有助于丰富土壤科学评价方法,进一步优化土地资源利用,提高土地资源的经济效益和生态效益。国家农业部近年在我国一些典型地区相继开展了耕地地力等级评价(分等定级)的试点工作。本文为我们承担的山东省青州市的耕地地力评价工作的总结。整个评价工作是建立在全面野外调查和室内化验分析以获取大量耕地地力相关信息的基础上,以 GIS 和 SPSS 等技术以及有关数学模型为依托,对耕地地力进行的自动化和定量化评价。

1 研究方法

1.1 研究区概况

青州市位于山东半岛中部,介于 36°20' ~ 37°00' N, 118°15' ~ 118°45' E 之间,土地面积 1569 km²,其中耕地总面积为 76885.0 hm²,占土地总面积的 49.28%。青州市地处暖温带半干旱半湿润季风气候区,四季分明,年均温 8 左右,年降雨量约 1000 mm,水、土、热等自然资源条件优越,是山东省重要的设施蔬菜生产基地之一。

1.2 关键技术说明

1.2.1 资料收集与处理 耕地地力评价是以耕地的各性状要素为基础。本次耕地地力评价收集获

取的资料主要包括:(1)野外调查资料:按野外调查点获取,主要包括地形地貌、土壤母质、水文、土层厚度、表层质地、耕地利用现状、灌排条件、作物长势产量、管理措施水平等;(2)室内化验分析资料:包括有机质、全 N、速效 N、全 P、速效 P、速效 K 等大量养分含量,有效 Zn、B、Mo 等微量养分含量,以及 pH 值、土壤污染元素含量等;(3)社会经济统计资料:以行政区划为基本单位的人口、土地面积、作物及蔬菜瓜果面积,以及各类投入产出等社会经济指标数据;(4)基础及专题图件资料:1:5 万比例尺地形图、行政区划图、土地利用现状图、地貌图、土壤图等。

获取的基础资料包括定量和定性两类。考虑到评价的定量化和自动化,需对定性资料(如土壤表层、耕层质地、土体构型、地貌类型和障碍层状况)进行定量化处理,也就是根据因素的级别状况,考虑不同类型的土壤肥力特征,以及与植物生长发育的关系,赋予其相应的分值或数值。而对土壤有机质、N、P、K、Zn、B、Mo 等养分数据,尚需以调查点为基础,经过必要的自动插值处理,生成覆盖全市区域的耕地各类养分专题图。

1.2.2 DEM 图与地形坡度图 利用青州市 1:5 万地形图,扫描输入后进行矢量化,获得等高线及高程信息^[7],自动插值生成青州市 DEM 图,并在此基础上,生成青州市地形坡度图。

1.2.3 评价单元的划分 评价单元是土地评价的最基本单位。本次青州市耕地地力评价土地评价

农业部“全国耕地地力调查与质量评价”试点项目。

* 通讯作者

单元的划分采用土壤图与土地利用现状图的叠置划分法,即“土地利用现状类型-土壤类型”的格式。其中,土壤类型划分到土种,涉及到的土种有 57 类。土地利用现状类型分到 2 级利用类型,其中菜地细分到 3 级(日光温室、塑料大拱棚、露天菜地)。最后获取的青州市耕地地力评价的基本单元数目为 2756 个。

1.2.4 参评因素的选取与权重的确定 参评因素是指参与评定耕地地力等级的耕地的诸属性。在本次青州市耕地地力评价中,遵循主导因素原则、差异性原则、稳定性原则、敏感性原则,采用定量

和定性方法结合,进行了参评因素的选取。利用 SPSS 统计分析软件,通过系统聚类方法筛选了影响耕地地力的理化性质等定量指标。利用 DELPHI 法(专家打分法)进行了影响耕地地力的立地条件、物理性状等定性指标的筛选。最后选取的指标为有机质、有效 P、速效 K、有效 Zn、有效 B、灌溉保证率、坡度、地形地貌、耕地质地、剖面构型、障碍层状况、土层厚度等 12 项因素作为耕地地力评价的参评指标。有关参评因素的权重确定采用层次分析法(AHP)进行,层次结构关系见图 1。

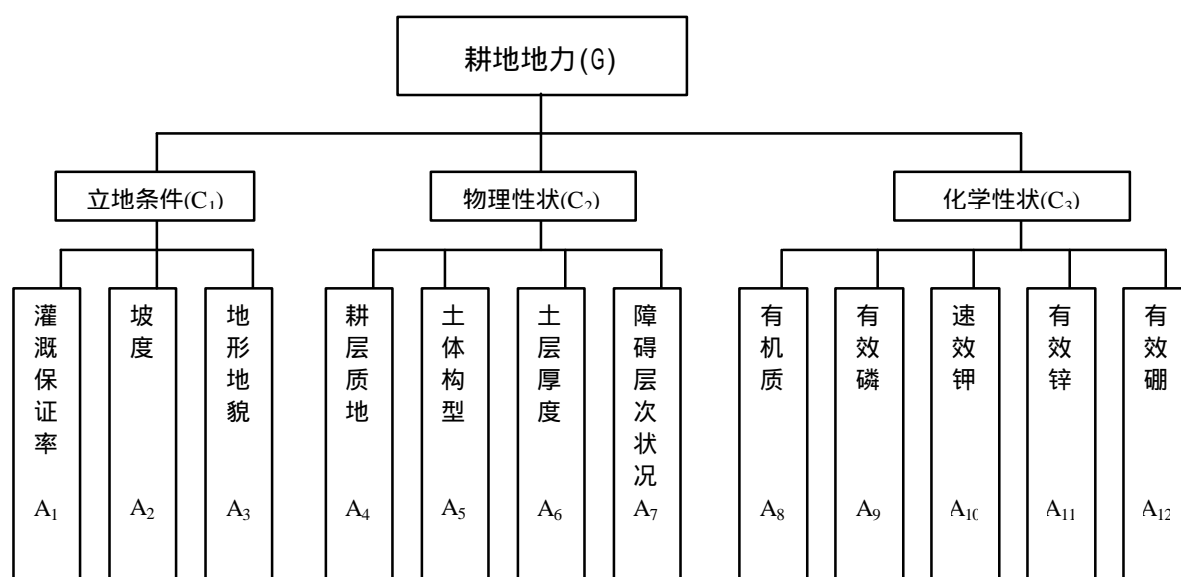


图 1 青州市耕地地力评价中参评因素的层次结构

Fig.1 Hierarchy of factors for assessment of soil fertility of cultivated land in Qingzhou

1.2.5 参评因素的隶属函数 土地是一个灰色系统,系统内部各要素之间与耕地的生产能力之间关系十分复杂,且评价中也存在着许多不严格、模糊性的概念,因此可以采用模糊评价方法来进行耕地地力等级的确定。首先,要建立参评因素隶属函数,用 DELPHI 法根据一组分布均匀的实测值评估出对应的一组隶属度,然后在计算机中绘制这两组数值的散点图,再根据散点图进行曲线模拟,寻求参评因素实际值与隶属度关系方程从而建立起隶属函数。通过模拟共得到直线型、二次抛物线型、戒上型、戒下型 4 种类型的隶属函数,其中坡度、有效 P、速效 K 属于以上 2 种或 2 种以上的复合型隶属函数,地貌类型、质地等描述性的因素属于直线型隶属函数,然后根据隶属函数计算各参评因素的

单因素评价评语。这里以所求取的有机质为例,其隶属函数为戒上型,见公式:

$$y = \begin{cases} 0, & x \leq x_f \\ 1 / (1 + A \times (x - C)^2), & x_f < x < C \\ 1, & C \leq x \end{cases}$$

1.2.6 耕地地力等级的确定 首先用指数和法来确定耕地的综合指数(公式为: $IFI = \sum F_i \times C_i$, 其中,IFI 代表耕地地力综合指数,F为第 i 个因素评语; C_i 为第 i 个因素的组权重);然后确定最佳的耕地地力等级数目,在 SPSS 统计分析软件中调入评价单元数据库,按综合指数进行排序,评价单元次序号为 x 轴,综合指数为 y 轴,绘制综合指数分布图(图2),根据曲线斜率的突变点(拐点)来确定等级的数目和划分综合指数的临界点,划分

青州市耕地地力等级。

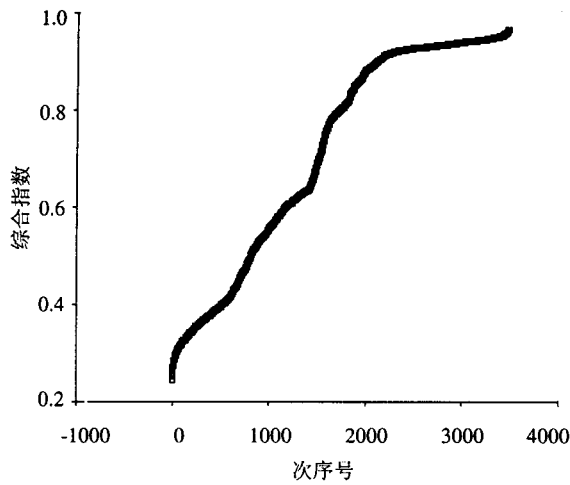


图2 综合指数分布图

Fig. 2 Distribution chart of Integrated Fertility Index

1.2.7 成果图编制及面积量算 本次有关耕地等级分布图以及各专题图件均采用 MAPGIS 软件进行自动编绘进行, 耕地地力等级面积的量算则在 FOXPRO 数据库的支持下, 对图件属性库进行操作, 检索相同等级的面积, 然后汇总得各类耕地地力等级的面积, 再通过面积平差, 得出准确的面积数值。对于不同行政区划单位内部、不同的耕地利用类型等的耕地地力等级面积的统计, 则通过耕地地力评价图与相应的专题图进行叠加分析, 由其相应属性库统计获得。

2 评价结果分析

2.1 耕地地力等级划分

有关本次青州市耕地地力等级评价的12个参评因素的权重值见表1, 耕地地力综合指数分布图见图3, 耕地地力等级综合指数与耕地地力等级划分结果见表2。

表1 青州市耕地地力评价中参评因素的权重

Table 1 Weight of factors for assessment of soil fertility of cultivated land in Qingzhou

因素	灌溉保证率	坡度	地形地貌	质地	土体构型	土层厚度	障碍层	有机质	有效 P	速效 K	有效 Zn	有效 B
权重	0.225	0.125	0.100	0.079	0.063	0.111	0.047	0.083	0.069	0.056	0.028	0.014

Table 2 Grading of IFI and soil fertility of the cultivated land in Qingzhou

IFI	> 0.92	0.92 ~ 0.86	0.86 ~ 0.75	0.75 ~ 0.63	0.63 ~ 0.45	< 0.45
耕地地力等级	一等	二等	三等	四等	五等	六等

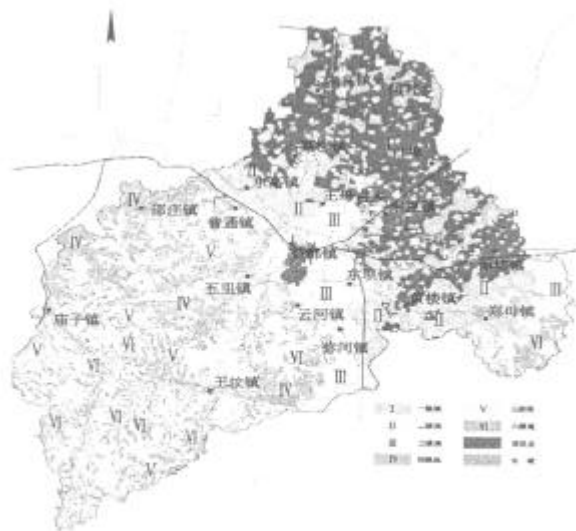


图3 青州市耕地地力等级图

Fig. 3 Distribution plot of integrated fertility index of the cultivated land in Qingzhou city

2.2 耕地地力等级面积及分布特点

利用 MAPGIS 软件测算的青州市各耕地地力等级面积结果为 : 一等耕地 319913.22 hm^2 , 占 25.9 % ; 二等耕地 17399.08 hm^2 , 占 22.63 % ; 三等耕地 13193.47 hm^2 , 占 17.16 % ; 四等耕地 9149.315 hm^2 , 占 11.9 % ; 五等耕地 11917.18 hm^2 , 占 15.5 % ; 六等耕地 5320.442 hm^2 , 占 6.92 % 。

耕地地力等级的地域分布特点 : 以东西横贯青州市中央的铁路为界, 一等耕地和二等耕地集中分布在铁路以北的平原区。该区土层深厚, 地势平坦, 水利设施良好, 利用类型大多为水浇地和设施蔬菜地; 铁路以南基本为山区, 土壤瘠薄、水源没有保证、耕作比较困难, 耕地类型为旱地和望天田。随着耕地地力等级的升高, 其所处的地貌类型分别为缓平坡地-山前倾斜平地-缓岗-河谷梯田-近山阶地-荒坡岭, 土壤类型则分别为冲洪积褐土-淋溶褐土和潮褐土-黑潮土、褐土化潮土、砂姜黑土-褐土性

土、棕壤性土-石渣土和砾质土。

耕地地力等级的行政区域分布特点：一等耕地主要分布在东夏镇、高柳镇、何官镇、口埠镇和朱良镇，合计占一等耕地总面积的 87 % 以上；二等耕地主要分布在东高镇、东夏镇、黄楼镇、王母宫镇和郑母镇，合计占二等耕地总面积的 68.08 %；三等耕地主要分布在东坝镇、谭坊镇、王母宫镇、郑母镇和弥河镇，合计占三等耕地总面积的 77 %；四等耕地主要分布在郑母镇、弥河镇、普通镇、王坟镇和五里镇等 5 个乡镇，合计占四等耕地总面积的 78.1 %；五等耕地分布于普通镇、庙子镇、邵庄镇、王坟镇和五里镇，合计占五等耕地总面积的 97.71 %；六等耕地集中分布于庙子镇、邵庄镇、王坟镇和五里镇，合计占六等耕地总面积的 66.91 %。

3 耕地资源利用对策

一等耕地：地形平缓，土层深厚，壤质质地，无障碍层次，灌排条件良好，土壤肥沃，主要的土壤类型为中壤表均壤质洪积冲积褐土、中壤表均壤质洪积冲积潮褐土和潮棕壤，为高产和稳产农田和设施蔬菜生产基地。应切实加强对该等土地的保护，严格控制建设用地占用，做到用地养地，持续利用。

二等耕地：地势平缓，灌排条件较好，基本无限制，但部分土壤质地偏砂、粘或含砂姜层，剖面构型欠佳等，个别灌排条件欠完善，基本为优质农田。应注意增施有机肥料，培肥地力，采取深耕等措施，改良土壤质地及构型，建设高产稳产农田。

三等耕地：主要为中产农田，土壤类型主要为厚粘心洪积褐土和厚粘腰淋溶褐土、轻壤质洪积褐土和砂壤土，虽然土层深厚，但质地偏粘或偏砂，耕性差，物理形状不好。要注意改良土壤，对偏粘的耕地可通过掺砂等措施来改粘，偏砂耕地要注意增施有机肥或施绿肥来达到改良质地和提高地力。

四等耕地：主要为一般农田，限制因素主要是

坡度大，土层欠深厚或有不良层次，质地偏砂、粘或砾质等，部分灌排条件有一定限制。一应加强农田基本建设，平整土地，完善灌排设施；二应增加对土地的投入，培肥地力，改良土壤，努力提高土地的产出水平。

五等耕地：土壤大多为坡积洪积褐土，一般分布于近山阶地上。部分土壤耕层中含有少量砾石，土层较薄，灌溉保证率低，养分含量很低，生产力较差。利用时要加强水利和水保设施的建设。

六等耕地：多为坡麓梯田或荒坡岭上的耕地，土壤类型为棕壤性土、褐土性土，坡度大，质地差，障碍层次严重、土层瘠薄、无灌溉保证。应根据具体情况退耕还园还林还草。

参考文献

- 1 李勇, 苏文贵, 肖笃宁. 地理信息系统在典型区土地利用适宜性评价中的应用-以大洼县小三角洲为例. 土壤, 1996, 28 (1): 14 ~ 20
- 2 尹君, 许噪, 林培, 褚达华. 地理信息系统在土地多宜性评价中的应用. 河北农业大学学报, 1998, 21 (1): 83 ~ 89
- 3 张炳宁, 张月平, 张秀美, 刘宝喜, 刘林旺, 徐茂, 王绪奎, 沈其荣. 基本农田信息系统的建立及其应用 I. 耕地地力等级体系研究. 土壤学报, 1999, 36 (4): 510 ~ 521
- 4 刘友兆, 夏敏, 杨建海. GIS 支持下的土壤适宜性评价专家系统的实现. 土壤通报, 2001, 32 (5): 193 ~ 196
- 5 邱炳文, 周勇, 李学垣. 地理信息系统支持下的区域土壤资源适宜性动态评价. 土壤学报, 2002, 39 (3): 301 ~ 307
- 6 刘钦普. GIS 和 SPSS 技术支持下的许昌市耕作土壤肥力综合评价. 土壤, 2002, 34 (2): 94 ~ 98
- 7 黄杏元, 汤勤. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社, 1989, 210

GRADING AND ASSESSMENT OF SOIL FERTILITY OF CULTIVATED LAND IN QINGZHOU

WANG Rui-yan¹ ZHAO Geng-xing¹ LI Tao²

(1 College of Resources and Environment, Shandong Agriculture University, Taian 271018;

2 Soil & Fertilizer Working Station of Shandong Province, Jinan 251000)

Abstract An experiment was conducted trying to grade and assess soil fertility of the cultivated land in Qingzhou, Shandong, by the rules stipulated by the Ministry of Agriculture. Based on large amounts of information

about soil fertility of the cultivated land obtained from field-survey and lab analysis, and with the aid of the techniques of GIS and SPSS as well as various mathematical models, the assessment was carried out automatically and quantitatively. The distribution characteristics, present land use, existing problems and countermeasures for cultivated land of different fertility grade were also discussed in this paper, in the hope that the results of the study may serve as scientific basis for efficient and sustainable use of the cultivated land in Qingzhou.

Keywords Fertility of cultivated land, Assessment, Distribution characteristics, Countermeasures, Qingzhou

(上接第 64 页)

SPATIAL VARIABILITY OF EXCHANGEABLE MANGANESE CONTENT IN CULTIVATED SOILS OF SHENYANG SUBURBS

JIANG Yong¹ ZHANG Yu-ge² LIANG Wen-ju¹ WEN Da-zhong¹

(1 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016 ;

2 Shenyang Agro-technique Extension and Service Center, Shenyang 110034)

Abstract The spatial variability of exchangeable manganese content in cultivated soils was investigated based on 1994 samples gathered from the 0~20cm surface horizon of farmland in Shenyang suburbs, Liaoning, China, and a spatial exchangeable manganese content distribution map was plotted by making use of the method of geostatistics in combination with the geographic information system. Results show that contents of exchangeable manganese fitted normal distribution, and its semivariogram a spherical model. The spatial dependence of exchangeable manganese content was moderate ranging around 12.42km with a fractal dimension D being 1.69. Random factors contributed to 36.6% of the spatial variability, while structural factors did 63.4%. The spatial heterogeneity of exchangeable manganese, showed by a Kriging interpolated map, was fundamentally influenced by structural factors such as parent materials and soil types.

Key words Exchangeable manganese, Soil, Spatial variability, Geostatistics, GIS

(上接第 67 页)

mercury in topsoil were compared and studied. They are: (1) concentrate HNO_3 and concentrate HCl (1:3), and (2) concentrate HNO_3 , concentrate H_2SO_4 , and KMnO_4 , (3) H_2SO_4 (1:1) and KMnO_4 . They are all applicable. The soil in the surroundings of the garbage-fueled power plant was investigated for mercury background value in the top soil. Results show that it reached 192.68 ng/g, in Pudong, significantly higher than that in any other cities, which may be related with the histories of the local industry and the fertilization in agriculture. What should be noted is that the content of gaseous mercury in the soil was also very high ranging from 10.69 % ~ 92.06 %, with a mean value of 48.73 %.

Key words Digestion, Mercury, Topsoil, Shanghai, Baseline