

基于模糊数学法的滩涂围垦区土壤肥力特征评价

王建庆, 冯秀丽*, 项璐

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:以慈溪市滩涂围垦区为例,通过对土壤配对样本有机质、全氮、速效磷、速效钾、电导率、pH值等土壤肥力评价指标的分析,运用模糊数学法从时间和空间两个维度对滩涂围垦区30年间的土壤肥力特征进行了综合评价.结果表明:慈溪市滩涂围垦区土壤综合肥力较30年前有所下降,土壤肥力综合指数值由1982年的0.5816下降到2012年的0.5151;其中有机质、电导率、全氮土壤肥力单项评价指标隶属度得分值下降较多;土壤综合肥力的空间变化为从南到北,土壤肥力呈阶梯状下降,由南到北土壤肥力的综合指数为:0.5413、0.5157、0.5522、0.5059.评价指标中,影响慈溪市滩涂围垦区土壤肥力程度由大到小分别为速效磷、电导率、有机质、全氮、pH和速效钾.

关键词:土壤肥力;滩涂围垦区;评价;演变

中图分类号: P951

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2013) 04-0101-06

土壤作为农业生产中最重要的组成因素,其肥力状况直接影响着农业的可持续发展.同时由于土壤的自身特点,土壤肥力容易受到土地利用、土地管理以及种植模式等人为活动的影响^[1].对土壤的肥力特征进行评价并研究其演变过程,对土地质量的改善和土地的可持续利用具有重要的意义^[2].近年来,国内外学者运用不同的评价方法,从各个角度对不同地区的土壤肥力特征进行了评价^[3-4].赵青等^[5]、洪绵绵等^[6]运用属性识别模型和层次分析法分别对土壤肥力和农业土壤环境进行了综合评价,并取得了满意的成果.汪景宽等^[7]运用统计学方法研究了20年来东北典型黑土地区土壤肥力质量的变化.周勇等^[8]根据土壤肥力评价本身的特点,提出了运用模糊数学方法评价土壤肥力,并对大比例尺样区的土壤肥力进行了综合评价.这些研究对认识土壤质量状况,指导农业生产,了解人类活动对土壤质量演化的影响具有重要的意义.目前国内外的相关研究主要集中在时间或空间单维度,对于同一地区跨越较长时空的土壤

肥力评价较为少见,特别是针对滩涂围垦区在时间、空间两方面同时进行肥力特征评价的研究尚未见报道.

沿海滩涂是非常重要的后备土地资源,但是由于滩涂地区本身土壤的特点,土壤肥力偏低依然是制约滩涂地区土壤开发利用的重要因素.笔者在对研究区土壤采样、分析的基础上,选取6项土壤肥力评价指标,并运用模糊数学法从时间和空间两个维度对滩涂围垦区土壤肥力特征进行了综合评价.这对了解滩涂围垦区土壤肥力特征变化、该地区土壤资源的高效利用、土壤生态过程的研究,进而最终制定合理的土壤管理政策具有重要的意义.

1 研究区概况与样品采集

1.1 研究区概况

慈溪市地处浙江省东北部,宁波市境北部,位于东海之滨,杭州湾南岸,是沪、杭、甬经济金三角的中心地带.属北亚热带南缘季风性气候,气候

收稿日期: 2013-05-02.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(41171073); 浙江省自然科学基金(Y5110321); 浙江省社科规划(12JDHY01Z); 宁波市社科规划(G12-XK05); 宁波大学学科项目(SZX11057, XKL12014).

第一作者: 王建庆(1988-),男,山东潍坊人,在读硕士研究生,主要研究方向:土地利用与资源环境. E-mail: wangjianqing576@126.com

*通信作者: 冯秀丽(1977-),女,吉林通化人,博士/副教授,主要研究方向:土地利用与遥感应用. E-mail: fengxiuli@nbu.edu.cn

温暖湿润, 农业开发历史悠久. 慈溪市大部分土地均通过围海造田以及淤泥质滩涂发育形成, 土质成分特殊. 本研究区主要土地利用类型为耕地和未利用地, 部分地区为城镇用地. 耕地主要种植豆科类作物以及作为苗木林地, 未利用地主要为沿海滩涂.

1.2 土壤样品的采集与测定

为评价 30 年来滩涂围垦区的土壤肥力特征时间变化状况, 用慈溪市 2012 年土地利用现状图对 2011 年 TM 影像及 1982 年第 2 次土壤普查样点分布图进行几何校正并进行叠加, 2011 年 TM 为 11 月份影像, 与 1982 年土壤普查采样时间基本一致. 通过对比第 2 次土壤普查样点与现状土地利用状态, 选取合适的样点以作为现在采样点的具体位置. 为研究目前滩涂围垦区土壤肥力特征的空间变化情况, 按围垦时间长短选定典型区, 采用格网法对典型区进行采样, 典型区以 3.5 km 为间距分 A、B、C、D 4 个区域(图 1), 图 1 中三角形为研究土壤肥力时间变化状况采样点, 圆点为研究土壤肥力空间变化状况采样点. 采样时均采集土壤表层 10 cm 的土壤, 每个样点均在中心点和相邻的 4 个角采集土样, 均匀混合制成待测样品, 并记录采样点的坐标和作物种植情况. 采样点坐标使用亚米级手持 GPS-S750G2 进行准确定位. 40 个采样点用于研究时间变化状况, 93 个采样点用于研究空间变化状况, 各采样点分布如图 1 所示.

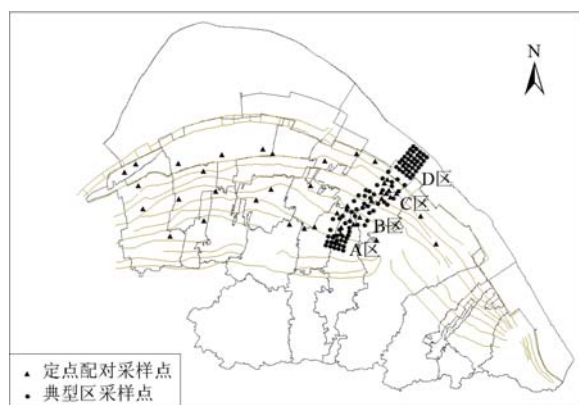


图 1 慈溪市土壤采样点分布图

采集后的样品风干去杂, 研磨粉碎、过筛. 为减少因实验而造成的误差, 特选取与 1982 年相同的试验方法进行实验. 有机质采用重铬酸钾—硫酸银催化容量法, 全氮采用半微量开氏法, 速效磷

采用比色法, 速效钾采用四苯硼钠比浊法, 电导率采用电导法, pH 采用电位法.

2 土壤肥力特征评价方法

2.1 评价指标选取及评价方法

考虑到研究区土壤的形成特点以及农业生产性质, 同时结合第 2 次全国土壤普查的测试项目, 选取有机质、全氮、速效磷、速效钾、电导率、pH 值 6 个指标作为土壤肥力特征的参评因子.

目前土壤肥力特征评价方法较常用的为综合指数法, 但由于土壤类型、利用方式的差异加上土壤环境复杂, 采用综合指数法存在识别能力差与可比性差等问题. 而模糊综合评价法评价土壤肥力状况是通过构造等级模糊子集、指标量化, 用各评价因子的权重修正各评价等级的隶属度, 得到评价样品对评价等级的隶属度^[9]. 该方法较好地克服了综合指数法的不足, 同时评价过程中层次清楚, 物理意义明确, 分辨率也较其他模型高^[10].

2.2 评价因子权重的确定

在评价因子权重的确定上, 为避免人为因素对评价结果的影响, 笔者采用相关系数法确定评价因子权重系数. 具体计算方法为: 首先计算单项评价指标之间的相关系数, 然后求各评价指标之间相关系数的平均值, 并以该平均值占有评价指标相关系数平均值总和比作为该评价指标的权重. 各评价指标之间的相关系数及各评价指标权重见表 1.

表 1 不同评价指标之间的相关系数及权重系数

	有机质	全氮	速效磷	速效钾	电导率	pH	权重系数
有机质	1	—	—	—	—	—	0.115
全氮	0.045	1	—	—	—	—	0.152
速效磷	0.215	0.247	1	—	—	—	0.134
速效钾	-0.190	-0.202	-0.018	1	—	—	0.231
电导率	-0.136	-0.249	-0.228	0.490	1	—	0.244
pH	0.032	-0.072	-0.013	0.339	0.206	1	-0.123

2.3 隶属度的确定及转折点的取值

计算不同评价指标的隶属度值, 首先要建立各评价指标之间相应的隶属度函数来表示各评价指标的状态值. 笔者结合了王建国等^[11]、周勇等^[8]提出的模糊数学土壤肥力综合评价模型, 并根据研究区的实际情况, 采用以下 3 种隶属度函数.

(1) 升半梯形分布的隶属度函数,这种函数是指在一定范围内评价因素的指标值与作物产量呈正相关关系,而低于或者高于此范围评价因素指标值的变化对作物产量影响很小。在本研究中,有机质、全氮、速效磷、速效钾都属此类函数。相应的隶属度函数公式为:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, x \leq x_1, \\ 0.9(x - x_1) / (x_2 - x_1) + 0.1, \\ x_1 < x < x_2, \\ 1.0, x \geq x_2. \end{cases}$$

(2) 降半梯形分布的隶属度函数,这种函数所表示的是在一定范围内评价因素的指标值与作物产量呈负相关关系,而低于或者高于此评价范围评价因素指标值的变化对作物产量影响很小。本研究中,属于此类函数的评价指标是电导率,相应隶属度函数公式为:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, x \geq x_2, \\ 0.9(x_2 - x) / (x_2 - x_1) + 0.1, \\ x_1 < x < x_2, \\ 1.0, x \leq x_1. \end{cases}$$

(3) 梯形分布的隶属度函数,这种函数所表示的是评价因素指标值与作物产量呈梯形分布关系,即这类评价因素对作物的生长发育都有一个最适宜范围,超过此范围,偏离程度越大对作物的生长发育越不利,直至达到某一程度作物不能生长发育。本研究中,属于此类函数的是pH,相应的隶属度函数公式为:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, x \geq x_2, \\ 0.9(x - x_1) / (x_2 - x_1) + 0.1, \\ x_1 < x < x_2, \\ 0.9(x - x_4) / (x_3 - x_4) + 0.1, \\ x_3 < x < x_4, \\ 1.0, x \leq x_1 \text{ 或 } x \geq x_4. \end{cases}$$

表2 隶属度函数转折点取值

评价 指标	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	电导率/ (ms·cm ⁻¹)	pH
x_1	10.00	0.80	5.00	80.00	0.15	6.50
x_2	20.00	1.50	18.00	200.00	0.50	7.00
x_3	—	—	—	—	—	7.50
x_4	—	—	—	—	—	8.00

综合前人已有的研究成果^[12-13],并参考全国第2次土壤普查养分分级标准以及结合当地特殊土壤环境和作物生长的实际情况,确定了各评价因素隶属度函数曲线转折点的取值,见表2。

2.4 土壤肥力综合指标计算

根据模糊数学中的加权乘法原则,土壤肥力特征综合指标值由各评价指标的权重和隶属度值计算得出,采用以下公式计算:

$$IQI = \sum Q_{ij} \times W_j,$$

式中: Q_{ij} 是评价单元 i 在第 j 个评价指标的隶属度, W_j 是第 j 项评价指标的权重系数。 IQI 是土壤肥力综合指标值,取值范围为 0~1,取值越高说明土壤肥力越好,土壤越肥沃。

3 土壤肥力特征评价结果与分析

3.1 土壤肥力时间特征评价

根据1982年和2012年2次采样调查的计算结果(表3)可以发现,不同土壤指标变化的差异性较大。2012年同1982年相比,速效磷、pH隶属度平均得分上升趋势明显,分别上升210.00%、107.77%,说明在这30年中土壤速效磷含量上升明显,土壤盐碱度有了明显改善。有机质、全氮、速效钾、电导率呈现下降趋势,其中下降趋势的大小为:有机质>电导率>全氮>速效钾。土壤肥力综合得分值下降了12.11%。

表3 慈溪市1982年、2012年土壤肥力单因素评价指标隶属度平均得分

项目	年份		变化率/%
	1982年	2012年	
有机质	0.0609	0.0125	-79.47
全氮	0.0532	0.0176	-66.92
速效磷	0.0330	0.1023	210
速效钾	0.1382	0.1124	-18.67
电导率	0.199	0.059	-70.35
pH	0.1017	0.2113	107.77
综合得分	0.5861	0.5151	-12.11

慈溪市1982年和2012年土壤肥力综合指标值的描述性统计结果见表4,通过对比不难发现,土壤总体变化水平较为明显。同时也可以看出慈溪市近30年间土壤肥力质量演变的大致趋势。2012

年所有土壤采样点土壤肥力综合指数平均值与 1982 年对应土壤采样点土壤肥力综合指数平均值相比略有下降, 由 1982 年的 0.59 下降到现在的 0.52, 土壤综合肥力状况有所下降. 2012 年的变异系数为 28.85%, 高出 1982 年变异系数 18.97% 近 10 个百分点, 说明土壤肥力质量的变异性有所增大, 样点间的整体差异性也有所增大. 此外通过偏度可以发现, 1982 年土壤综合肥力状况呈负偏态分布, 2012 年呈正偏态分布, 土壤变异性较大.

表 4 慈溪市 1982 年、2012 年土壤肥力综合指标描述性统计

年份	平均值	最小值	最大值	标准差	变异系数/%	偏度	峰度
1982 年	0.59	0.26	0.71	0.11	18.97	-0.99	0.81
2012 年	0.52	0.28	0.81	0.15	28.85	0.15	-1.02

土壤综合肥力质量状况变化在这 30 年来变化明显, 通过对比分析可以发现, 采样区 30 年前主要是大片的农田, 土壤管理方式较为统一, 肥力补充较及时, 土壤管理比较系统化. 而现在通过研究区遥感影像可以看出, 随着社会的发展, 很多采样点的土地利用方式已经发生了明显的变化, 部分耕地已经演变成成为建设用地, 仅有的部分耕地也已经被分割的较为细碎, 这种零星耕地的管理方式与大片的农用地耕作方式有很大的不同, 土壤耕作、施肥等很难再形成比较规模化的管理方式. 农作物的换茬、土壤肥力的补充没有一定的规律, 导致土壤养分的补充不及时, 使得土壤肥力较 30 年前有所下降. 同时, 由于部分采样点位于城镇建设用地之间, 这种类型的农用地在灌溉的过程中很多都是使用生活污水, 对土壤肥力的降低也有一定的影响. 采样的部分地区经济也不再以农业为主, 对农用地的系统化管理等也较为疏松, 使得土壤养分有所流失, 因此导致现在的土壤综合肥力指数较 30 年前有较大幅度的下降.

3.2 土壤肥力空间特征评价

慈溪沿海滩涂属于淤涨型滩涂, 海塘围垦历史悠久, 自宋代以来已修建 11 道海塘. 本研究区位于周塘至十塘之间, 围垦年份自 1724 年至 1992 年. 从典型区样品分析结果看, 慈溪市土壤肥力特性随着围垦时间的变化由南到北空间变化明显, 所选取的 6 个土壤特性指标, 土壤隶属度平均得分值基本呈现由南到北逐渐下降的趋势. 有机质从 A

区到 D 区得分变化趋势明显, 随着围垦时间的减少有机质得分值逐渐下降. A 区全氮隶属度得分 0.0152, 略低于其他 3 个区域. C 区速效磷隶属度平均得分值最高 0.1124, 其他 3 个区从南到北得分值逐渐降低. 速效钾 D 区得分值明显高于其他 3 个区. 电导率、pH 隶属度平均得分值 D 区明显低于其他 3 个区. 从土壤肥力综合得分值看, C 区得分 0.5522, 高于其他 3 个区, D 区得分 0.5059 最低, 土壤肥力基本呈现从南到北逐渐降低的趋势.

表 5 典型区土壤肥力单因素评价指标隶属度平均得分值

分区	所在区	有机质	全氮	速效磷
A 区	周塘—四塘	0.0545	0.0152	0.0985
B 区	四塘—六塘	0.0448	0.0218	0.0795
C 区	六塘—九塘	0.0380	0.0169	0.1124
D 区	九塘—十塘	0.0322	0.0160	0.0591

分区	速效钾	电导率	pH	综合得分
A 区	0.0604	0.2418	0.0708	0.5413
B 区	0.0375	0.2384	0.0951	0.5171
C 区	0.0576	0.2427	0.0847	0.5522
D 区	0.1785	0.1720	0.0482	0.5059

经过分析后认为, 引起研究区土壤肥力空间变化的主要原因是围垦时间、土壤管理以及种植模式等因素. 在土地利用方式未发生变化的地块, 由 D 区到 A 区随着围垦时间的增长, 土壤的熟化程度越来越高. 同时在土壤耕作过程中, 经过土壤管理等人为因素的影响, 土壤人为的肥力输入逐年增多, 使得土壤综合肥力呈现由 D 区到 A 区逐渐增大的趋势. 同时, 在不同的耕作区, 土壤的种植模式也不同, 例如在部分耕作区很多土地均是苗木林地, 这种土壤种植模式相对于普通的农用地土壤肥力输出较少, 因此相比于其他地区土壤综合肥力指数较高.

从 4 个区域的隶属度得分值来看, 速效钾隶属度得分值与其他 5 个评价指标变化趋势不同, 随着围垦时间的增长速效钾隶属度得分逐渐降低, 分析其原因认为这其中与当地特殊的土壤环境构造有着密切关系. 研究区土地大部分是经过围垦造地而成, 海水中硫酸钾比例达 2.5%, K^+ 含量较丰富, 因此新围垦地区土壤中钾的含量相对较丰富, 随着围垦时间的增长以及农作物对 K^+ 的吸收, 土壤中 K^+ 的含量逐渐减少, 速效钾隶属度得分值逐渐

降低。通过研究区遥感影像可看出, B 区大部分采样点位于城镇中, 采样点位于零星农用地地块, 未形成规模化的土壤管理方式, 土壤肥力补充不及 A 区和 C 区, 因此土壤肥力综合得分值相对较低。而 C 区属于慈溪市重要农业区, 大部分为园地, 在土地投入与管理水平方面比其他 3 个区好, 土壤的投入与产出保持较好, 保证了农业系统养分的循环。因此 C 区虽围垦时间较短, 但土壤肥力综合得分值最高。

3.3 土壤肥力特征综合评价

对土壤肥力综合指标值与影响土壤肥力的 6 个指标进行相关分析(表 6), 可以看出, 土壤肥力综合指标值与土壤有机质、全氮和速效磷呈极显著正相关, 与电导率和 pH 呈极显著负相关; 与速效钾呈显著相关。由相关分析可知, 影响慈溪市滩涂围垦区土壤肥力的主要因素依次为: 速效磷>电导率>有机质>全氮>pH>速效钾。

表 6 土壤肥力综合评价表

评价指标	有机质	全氮	速效磷	速效钾	电导率	pH
相关系数	0.435**	0.266**	0.546**	0.194*	-0.439**	-0.211**
R ² 值	0.1904	0.0714	0.2932	0.0366	0.1951	0.0444
f(x)=0.1 点	23.24	61.96	15.76	32.61	4.89	15.22
百分比/%						

注: **表示在 0.01 水平上显著; *表示在 0.05 水平上显著。

对土壤肥力综合指标与有机质、全氮、速效磷、速效钾、电导率和 pH 进行线性回归分析, 通过 R^2 值可以发现, 速效磷已经成为影响该区域土壤肥力的一个重要因素, 速效磷能够在土壤肥力综合指标值上做出有效的贡献。同时, 电导率、有机质、全氮和 pH 与土壤肥力综合指标值也呈极显著相关性, 且对土壤肥力综合指标值的贡献率依次降低。在实地调查和分析的基础上发现, 研究区速效磷含量已经达到较高层次, 电导率水平较 30 年前虽有一定程度的下降, 但依然较高, 为保证土壤质量与用地生产的可持续性, 在以后的土壤管理中应注意投入与产出的平衡, 保持土壤中现有速效磷含量与电导率水平。土壤有机质具有增加土壤缓冲和保水保肥的作用, 能够提高土壤难溶性养分活性, 有效地调节土壤理化性状, 改善土壤质量。目前研究区土壤中有机质含量并不是很高, 较 30 年前有一定程度的下降, 为保持农用地生产的可

持续性, 应考虑适量施用有机肥。全氮与土壤肥力综合指标值的相关性较好, 但是通过隶属度函数可以看出, 采样点函数取值小于 x_1 的占 61.96%, 就隶属度函数得分值来看, 与 30 年前相比全氮隶属度平均得分值下降了 66.92%, 说明全氮已经成为研究区提高土壤肥力的限制性因子。以后在保持土壤不被酸化的情况下应适量施用氮肥, 提高土壤肥力。pH 与土壤肥力综合指标值也有较高的相关性, 对土壤肥力的提升有较高的贡献率。研究区土地大部分是围海造田而成, 为达到种植要求, 近年来虽一直进行灌淡排咸工程, 但土壤碱化现象依然存在, 因此应继续进行土壤排咸工程。但应注意的是, 在淋洗盐分的同时应注意防止耕层易溶养分下渗到下层土壤, 造成表层土壤养分含量的下降。速效钾与土壤肥力综合指标呈显著相关关系, 在所选取的 6 个土壤指标中对土壤肥力综合指标值贡献率最低。通过研究区土壤肥力空间分析可知, 随着围垦时间的延长速效钾含量有逐渐降低的趋势, 与 30 年前相比速效钾隶属度得分值也有一定程度的下降, 说明在研究区存在土壤速效钾流失的现象, 在今后的土壤管理中应注重保持钾肥施用的持续性。

4 结语

在对滩涂围垦区土壤肥力进行模糊评价的过程中, 以隶属度函数进行归一化处理, 并用相关系数法做权重的模糊评价方法能够克服人为因素所带来的偏差, 可以比较客观、科学、合理地评价一个地区的土壤肥力状况, 通过评价认为:

(1) 慈溪市滩涂围垦区土壤综合肥力状况与 30 年前相比有所下降, 土壤肥力综合指数值下降了 0.071。

(2) 就土壤综合肥力空间变化来说, 从南到北, 土壤肥力呈阶梯状下降。其中 C 区土壤综合肥力指标 0.5522, 相对于其他 3 个区较高。通过分析认为围垦时间、土壤管理及土壤种植模式等对土壤综合肥力变化影响较大。

(3) 所选评价指标, 按影响滩涂围垦区土壤肥力程度的大小分别为: 速效磷、电导率、有机质、全氮、pH、速效钾。

评价结果对今后制定合理的土壤管理政策,

科学用水配肥, 增施有机肥、氮肥和钾肥, 提高耕地质量有一定的借鉴意义, 并可为耕地实行规模化管理, 保持土壤肥力的平衡性与可持续性提供参考。

参考文献:

- [1] 王效举, 龚子同. 红壤丘陵小区域水平上不同时段土壤质量变化的评价和分析[J]. 地理科学, 1997, 17(2): 141-149.
- [2] 邱扬, 王勇, 傅伯杰, 等. 土壤质量时空变异及其与环境因子的时空关系[J]. 地理科学进展, 2008, 27(4): 42-43.
- [3] 许明祥, 刘国彬, 赵允格. 黄土丘陵区侵蚀土壤质量评价[J]. 植物营养与肥科学报, 2005, 11(3): 285-293.
- [4] 庞学勇, 刘庆, 刘世全, 等. 川西亚高山云杉人工林土壤质量性状演变[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 261-267.
- [5] 赵青, 王子龙, 姜秋香. 属性识别理论模型在土壤肥力综合评价中的应用[J]. 农业系统科学与综合研究, 2007, 23(3): 265-271.
- [6] 洪绵绵, 王菲凤, 杨晖, 等. 属性层次模型在土壤质量评价中的应用[J]. 环境科学导刊, 2008, 27(2): 72-75.
- [7] 汪景宽, 李双异, 张旭东, 等. 20年来东北典型黑土地地区土壤肥力质量变化[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(1): 19-24.
- [8] 周勇, 张海涛, 汪善勤, 等. 江汉平原后湖地区土壤肥力综合评价方法及其应用[J]. 水土保持学报, 2001, 15(4): 70-74.
- [9] 王纪杰, 陈昌仁, 俞元春, 等. 不同模型在土壤质量评价中的应用研究进展[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(7): 115-118.
- [10] 窦磊, 周永章, 王旭日, 等. 针对土壤重金属污染评价的模糊数学模型的改进及应用[J]. 土壤通报, 2007, 38(1): 101-105.
- [11] 王建国, 杨林章, 单艳红. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 176-183.
- [12] 张雯雯, 李新举, 陈丽丽, 等. 泰安市平原土地整理项目区土壤质量评价[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 106-109.
- [13] 李加林, 刘闯, 张殿发, 等. 土地利用变化对土壤发生层质量演化的影响——以杭州湾南岸滨海平原为例[J]. 地理学报, 2006, 61(4): 378-388.

Application: Fuzzy Mathematics in Integrated Evaluation for Soil Fertility of Coastal Reclamation District

WANG Jian-qing, FENG Xiu-li*, XIANG Lu

(Faculty of Architectural Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Taking the coastal reclamation district in Cixi city as the case study, we analyze the indices of the soil fertility including six physicochemical properties: organic matter, total nitrogen, valid phosphorus, valid potassium, conductivity and pH value. Using the fuzzy mathematic method, the characteristics of soil fertility are evaluated in the coastal reclamation district over the past three decades from perspective of the temporal and spatial variability. The results suggest that the soil fertility of the coastal reclamation district has been on the decline comparing with that measured three decades ago, and the integrated fertility index has decreased from 0.5816 in 1982 to 0.5151 in 2012. The membership degree of the single index evaluation including organic matter, conductivity and total nitrogen has decreased to a lower level than that of other indices. As for the spatial variation of soil fertility, it decreases gradually from north to south, and the integrated fertility index was found to be 0.5413, 0.5157, 0.5522 and 0.5059 respectively. The main factors impacting the soil fertility are in order of valid phosphorus>conductivity>organic matter>total nitrogen>pH value>valid potassium.

Key words: soil fertility; the coastal reclamation district; evaluation; evolution

(责任编辑 史小丽)