

# 崇明岛土壤资源评价初探

吴 国 清

(上海师范大学地理系 上海市 200234)

**摘 要** 根据上海市崇明岛资源调查结果,首先选择了土壤质量等级,土壤限制型为评价系统。其次,综合考虑崇明岛的实际情况和演变趋势,同时,在上海市土壤资源评价标准的基础上,制定了适合崇明岛土壤资源评价标准和评价因素权重。最后,采用了模糊聚类的方法,对崇明岛的土壤资源进行了分等划级,当  $\lambda=0.7797$  时,可把崇明岛土壤资源划分为4个土壤质量等级和7个限制型,分析和评论了模糊聚类的结果。揭示了崇明岛土壤质量的递变规律,并指出了加速土壤正向演化的措施。

**关键词** 崇明岛 土壤资源 模糊聚类 评价

## Pring Research the Soil Resoure Evaluation on Chongming Island

Wu Guoqing

(Normal University of Shanghai Shanghai 200234)

**Abstract** Based on the data acquired in the soil resource investigation of Chongming island in Shanghai city, which are suitable Chongmeng, standard and factor weights of evaluating soil have developed. Taking classes of soil quality and limiting types of soil as system of evalnatihng and comprehansively considering actual situation and evaloving tandace of the island. Chen, soil resource of the island was classied by fuzzy duster analysis, soil resources of island cand be duvided into four classes of soil quality and seven limiting types. as is equal to 0.7797, divided resultes were discus. At the same time, the evolutionary rules of soil quality and the measurements that accelerated the right evolution of soil were proposed in this paper.

**Key words** Chongming island soil resource fuzzy cluster evaluation

土壤资源评价是传统土壤资源研究的主体,狭义的土壤资源研究就是土壤资源评价。土壤资源评价是一项具有重要科学和生产意义的研究课题。它的科学理论意义就在于对土壤“质量”的探讨和土壤质量好坏指标的确定;它的生产意义则是为国土整治,土地利用规划和荒地的开发利用,耕地的合理安排,利用方式,轮作制度,作物布局以及改良措施等的确定提供科学依据。

崇明岛位于长江入海口,东西长76km,南北宽13~18km,土地面积1 083km<sup>2</sup>,形似一条卧伏的春蚕,是我国仅次于台湾和海南岛的第三大岛,也是世界最大河口沙岛。崇明岛地处上海经济区的核心地带,气候、水土资源十分优越,而且水运交通便利,系我国最大城市上海的郊区,具有特别有

利的发展新型城市型农建条件。崇明岛土壤资源的合理开发利用,对繁荣上海经济区的农建经济有重大的意义。

## 1 土壤肥力特性

有关崇明岛土壤除新围的滨海盐土外,土壤的农化特性都具有较高的水平,并反映出它们与土壤质地有关的特点(表1)。

表1 不同质地类型土壤农化特性

项 目	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	速效磷 (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	代换量 (me/100g)
重壤	1.91~2.95	0.125~0.189	0.074~0.087	3~11.8	87~119.3	95~163	16~19
中壤	1.62~2.60	0.105~0.151	0.070~0.084	5~10.0	61~83.8	75~105	12~16
轻壤	1.58~2.42	0.105~0.135	0.068~0.083	4.4~10.4	59~78	99~126	10~13
砂壤	1.03~1.43	0.054~0.100	0.060~0.062	3.1~4.6	31~59	45~71	7~9
砂土	0.8~1.22	0.041~0.083	0.063~0.087	2.2~6.2	36~48	31~76	5~7

全岛土壤质地以中壤—轻壤为主,中壤质的占52.47%,轻壤质的占34.32%,重壤质的占10.14%,砂壤质占2.53%,砂土和粘土仅占0.3%和0.25%。中壤中0.05~0.01mm粉粒范围内颗粒占土体组成的28.34%~52.81%,土壤质地分布有从岛中央向外扩散变轻的趋势。同时,由表1不难看出,标志保肥供肥性能的代换量在各质地之间差异并不大,保肥供肥性能由重壤、中壤、轻壤、砂壤,砂土方向依次递减。代换量在10~16me/100g之间的土壤约占86.79%,属于中等供肥水平。

土壤有机质是主要的肥力条件。崇明岛土壤有机质平均含量为 $1.88 \pm 0.54\%$  ( $n=2306$ ,  $C.V.=28.7\%$ ),这一含量水平,要显著低于上海市其他郊区的水平,但要比生态环境条件中大体相仿和成陆历史较晚的长兴,横沙岛略高。有机质在1.1%~2.0%范围内,和粮食产量有线性关系,可用 $Y=867.73x-270.6$  ( $n=33$ ,  $r=0.728$ )表示,土壤代换量的关系可表示为 $Y=0.4099+0.1226x$  ( $n=74$ ,  $r=0.891$ )。有机质的矿化率以2.75%计,若不施有机肥料,含有机质1.88%的土壤在21.8年后理论值降到1%,土壤就会变得相当贫瘠。崇明岛土壤中富含碳酸钙( $4.4 \pm 1.77\%$ ,  $n=878$ ,  $C.V.=40.2\%$ ),85%的土壤pH为8.4~8.5,加上土体松软的壤质组成和丰富的有机质,在亚热带温湿适宜、日照充足和霜期短的气候条件下,很适于棉花生长。

## 2 土壤资源评价原则、依据和系统

根据评价的目的和崇明岛的具体情况,在土壤资源评价时有如下4个原则:(1)土壤资源适宜性原则;(2)综合分析主导因素相结合原则;(3)生产性原则;(4)当前与长远,用地与养地相结合原则。将土壤属性,影响土壤资源质量和利用价值的主要环境条件作为评价的依据。

一般来说,评价系统制定和繁简取决于评价地区的大小,自然和经济条件的复杂程度,基于此目的和崇明岛的具体情况,将土壤资源评价系统分为土壤质量等和土壤限制型两级。

(1)土壤质量等:是根据土壤属性及其主要环境条件的综合特点划分的,它反映土壤资源总体质量的优劣。同等土壤,其土壤特征,适宜性和生产能力大致相同,具有相近或相同的利用价值,改良利用的难易程度亦大致相同,本文拟定了4个土壤质量等。

(2)土壤限制型:反映等内主要限制因素的差异。同等土壤内,不同限制型之间,只反映主导限制因素的不同,即没有质的差别。异等同型土壤则反映了限制程度的差别。崇明岛共划分为7个限制型。

### 3 土壤资源评价单元的确定和评价指标的选取

评价单元的确定受评价区域大小,利用程度等影响,同时亦与区域土壤特征的分异程度密切相关。崇明岛土壤资源评价采用土种作为评价单元。土种强调以土体构型作为区分指标,而土体构型既能反映土壤的发生特点,又能反映土壤的肥力水平。该岛通过最近长江口三岛土壤资源调查,共划分了16个土种,分属于3个土类,4个亚类,6个土属。崇明岛经过第二次土壤普查和上海市三岛土壤调查,从而为土壤资源评价提供了可能性。

土壤资源评价指标的选择,当前主要有两种:一种是经验法,另一种是定量法。但由于崇明岛研究和实验资料缺乏,故本文选用了经验法,即主要根据各种土壤特性及其环境条件下对植物生长和土壤质量影响的定性分析,确定了一些作用较大的因素作为土壤资源评价的指标。在具体选样时,主要遵循主导因素原则,稳定性原则和相对独立性原则。

根据上述原则,考虑到崇明岛土壤资源的具体情况,选取了耕层厚度,质地,地下水矿化度,砂层位置,土壤养分等六项指标。这里应该指出的:第一、在土壤养分因素中,我们主要选取了有机质,速效磷,速效钾;而人们一般认为评价土壤质量的重要指标——全氮含量,本文却没有选用。这是因为全氮和有机质的相关性很大,据《崇明土壤》统计,两者相关系数达89%以上,为极显著相关,它们对土壤质量的影响具有同向性,根据相对独立性原则,未予选取。第二,在确定养分评价指标的过程中,有效养分的问题争议最大。TABPN<sub>10</sub>OK 曾指出<sup>[1]</sup>：“土壤养分(速效态的氮、磷、钾和其他元素)的含量很容易发生变化,在很大程度上它取决于耕作水平,人们对土壤的影响以及土样采集和分析的时间”。因此他认为这些特性不应作为评价元素。然而这种观点遭到不少人的反对,反对者认为农作物的产量与土壤中的养分含量确实是密切相关的,不应笼统的否定养分含量在土壤质量评价中的作用。这两种观点在我国土壤质量评价研究中均有明显的表现。针对这个问题,国外土壤工作者做了大量工作,特别是对养分的测定方法进行了研究,以便如何客观地统一这一矛盾。本文选取有效养分指标是基于所测有效磷、有效钾与稳定性大的全磷、全钾含量变化基本一致的前提下,选取了与产量关系密切的有效磷和有效钾作为指标。

### 4 评价标准和评价因素权重的确定

#### 4.1 评价标准

评价标准是指评价因子所代表的特征在数量上的变化。本文的土壤资源评价标准是在上海市土壤普查中土壤资源评价标准的基础上,结合崇明岛第二次土壤普查和最近上海市三岛土壤资源调查的具体情况制定的(表2)。

#### 4.2 评价因素权重的确定

土壤质量是土壤各因素及环境相互影响作用结果,所以,在土壤资源评价中,应适当考虑各评价因素在土壤质量中地位的差异。本文的权重系对参评因素的综合分析和访问专家相结合而确定的(表2)。同时,根据崇明岛的实际情况调查分析,获得每个土种的各参评因素的合成指数(表3)

### 5 土壤资源的模糊聚类评价

土壤是一个灰色系统,影响这个系统的因素很多,有些因素可定量描述,如土壤耕层厚度,土壤有机质含量等;而另一些不易用准确的数据来描述,如土壤质地等。这些因素组合成土壤的灰色特性,使土壤资源的评价难以用一个统一值来确定。本文土壤资源质量评价基于尽量避免主观性,增强客观性;方法简单、适用;反应土壤质量差异敏感的前提下,选取模糊聚类(FUZZY)方法对崇明

岛土壤资源进行质量评价。

表2 崇明岛土壤资源评价项目、标准、权系数、指数表

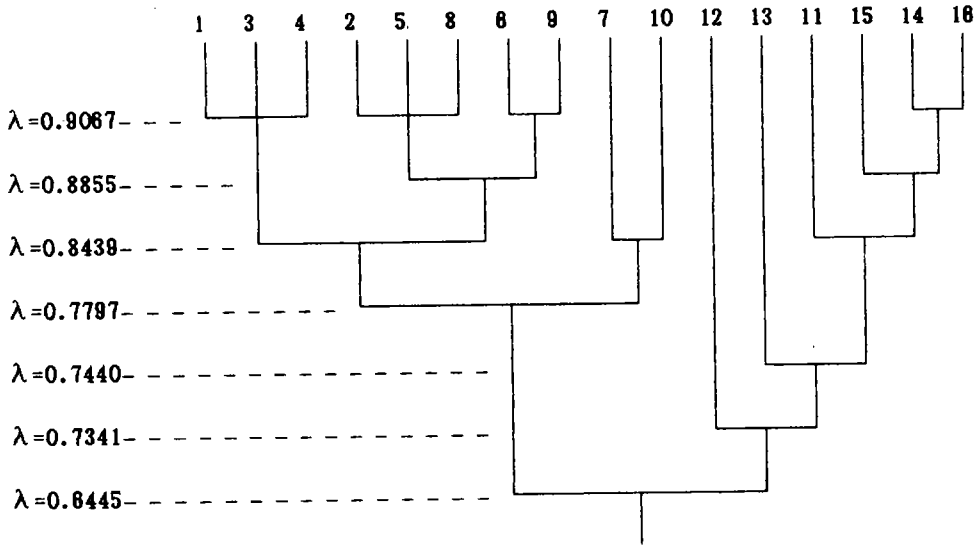
项 目	评 价 标 准	级 分	权 系 数	评 价 指 数
耕层厚度(cm)	>17	1	0.20	0.20
	12~17	2	0.20	0.40
	<12	3	0.20	0.60
质 地	中壤、轻壤	1	0.20	0.20
	砂壤、重壤	2	0.20	0.40
	砂土、轻粘、中粘、重粘	3	0.20	0.60
地下水矿化度 (g/l)	<1	1	0.15	0.15
	1~2	2	0.15	0.30
	2~4	3	0.15	0.45
地下水位 (cm)	>100	1	0.20	0.20
	<100	2	0.20	0.40
砂层位置 (cm)	>100	1	0.15	0.15
	60~100	2	0.15	0.30
	< 60	3	0.15	0.45
有机质 (%)	>2.5	1	0.20	0.20
	1.5~2.5	2	0.20	0.40
	<1.5	3	0.20	0.60
速效磷(mg/kg)	>20	1	0.10	0.10
	15~20	2	0.10	0.20
	<15	3	0.10	0.30
速效钾(mg/kg)	>150	1	0.10	0.10
	100~150	2	0.10	0.20
	< 100	3	0.10	0.30

表3 崇明岛土壤资源评价合成指数

土 壤		耕层厚度 (cm)	质地	地下水矿化度 (g/l)	地下水位 (cm)	砂层位置 (cm)	有机质 (%)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	评价 (指数和)
土类	土种 (代号)									
水	黄夹砂(1)	0.40	0.20	0.15	0.40	0.15	0.40	0.30	0.30	2.30
	砂身黄夹砂(2)	0.40	0.40	0.15	0.40	0.45	0.40	0.30	0.30	2.80
	砂底黄夹砂(3)	0.40	0.20	0.15	0.40	0.30	0.40	0.30	0.30	2.45
	砂夹黄(4)	0.40	0.20	0.15	0.40	0.15	0.40	0.30	0.30	2.30
稻	砂身砂夹黄(5)	0.40	0.40	0.15	0.40	0.45	0.40	0.30	0.30	2.80
	砂底砂夹黄(6)	0.40	0.40	0.15	0.40	0.30	0.40	0.30	0.30	2.65
	黄 泥(7)	0.40	0.60	0.15	0.40	0.15	0.20	0.30	0.30	2.50
土	砂身黄泥(8)	0.40	0.40	0.15	0.40	0.45	0.40	0.30	0.30	2.80
	砂底黄泥(9)	0.40	0.40	0.15	0.40	0.30	0.40	0.30	0.30	2.65
	强黄泥(10)	0.40	0.60	0.15	0.40	0.15	0.40	0.30	0.30	2.70
潮	旱作并然土(11)	0.60	0.60	0.15	0.20	0.30	0.60	0.30	0.20	2.95
	旱作夹砂土(12)	0.40	0.20	0.30	0.20	0.15	0.40	0.30	0.20	2.11
土	旱作黄泥土(13)	0.40	0.60	0.30	0.20	0.15	0.40	0.30	0.20	2.55
滨海盐土	盐化底沙土(14)	0.60	0.60	0.45	0.20	0.45	0.60	0.30	0.10	3.30
	盐化夹砂土(15)	0.60	0.20	0.45	0.20	0.30	0.60	0.30	0.10	2.75
	盐化底黄泥土(16)	0.60	0.60	0.45	0.20	0.30	0.40	0.30	0.10	2.95

5.1 模糊聚类应用

基于土壤资源评价合成指数(表3)和模糊聚类分析原理与方法,建立模糊相似矩阵R(略),然后求出模糊等价关系矩阵R\*(略),且给出聚类图。



附聚类图

5.2 模糊聚类结果的分析和讨论

按照不同要求( $\lambda$ )能分出不同类。本文根据具体分析和评价需要,选取  $\lambda=0.7797$ ,可把崇明岛土壤资源质量分为4等。同时,为了便于分析和讨论,本文在表4列举了指数法和模糊聚类分析法进行了土壤资源评价所获得的结果。括号表示处于不同的分等之中,数字表示土种代号。其中,指数法是按表2评价指数进行分等的。

表4 用模糊聚类法进行土壤资源评价表

方 法 等 级	指 数 法	模 糊 聚 类 法
1	12	12
2	1、3、4、6、7、9、10、(13)	1、(2)、3、4、(5)、6、7、(8)、9、10
3	(2)、(5)、(8)、(15)	(13)
4	11、14、16	11、14、(15)、16

由表4可以看出,在大部分情况下用模糊聚类分析法进行土壤资源质量的评价与常规方法所得的结果完全一致。在崇明岛的实例中,只有(2)、(5)、(8)、(13)、(15)号的样本处于不同的分等之中。例如:通过指数加和法获得的(2)、(5)、(8)号土壤的得分均为2.80分,若采用加和法进行评价,则它们应划归为第三等,而(13)号土壤的评价指数和为2.55,应划归为第二等。若采用模糊聚类法,则结果正好相反。从实际来看,(2)、(5)、(8)号分别代表为砂身黄夹砂,砂身砂夹黄,砂身黄泥,而(13)号则为旱作黄泥土,由此可以看出,无论从土壤本身属性,还是从生产性能上看,按模糊聚类法划分要更符合实际。又如,(15)号土壤的指数和为2.75,若采用加和法进行评价,应划分为第三等,而采用模糊聚类法,则降一等划为第4等。不难看出,降等的主要原因是土壤熟化程度低,有机质贫乏,同时,受盐渍化的潜在影响。因此,将其降一等更较符合实际。

综上所述,不难发现,模糊聚类方法在土壤资源质量评价中的作用。第一、采用模糊数学方法能较好地解决土壤资源评价问题。因为,土壤是客观的,各种土壤质量间的界线往往是模糊不清的。第二、通过模糊数学方法与指数加和法的对比,发现利用模糊数学的方法更能客观地反映土壤质量间的差异,它可以避免指数加和法的任意性和主观性。第三、模糊聚类方法不仅可以获得土壤质量的评价结果,而且还可以给出土壤质量等级归并的过程,从而获得不同等级之间的隶属关系。第四、由

于模糊数学应用,不但不削弱地学工作的经验分析,而且还要求以丰富的地学经验来调整指标,检验结果的正确性,两者的有机结合,将使土壤资源的评价更加完善,更加科学。因此,在评价崇明岛土壤资源方法中,采用模糊聚类法。

## 6 土壤资源质量评价结果

通过模糊聚类分析,可将崇明岛16个土种归入4个等,7个限制型之中。

1等:仅为旱作夹砂土1个土种,面积15 718hm<sup>2</sup>,占该岛土壤总面积的27.1%。1等土壤在利用上稍有限制,主要表现在水质较差,引淡不便。该等土壤质地适中,轻壤至中壤,不砂不粘,土壤耕性,通透性、爽水性较好,有机质含量中等,具有一定的保水性,保肥供肥性能亦较好,适宜性广,是崇明岛较好的一类土壤,在加强管理和合理施肥的基础上,通常都能获得较好的经济效益。该等土壤在利用上重点是改土培肥,精耕细作,合理实行稻棉水旱轮作,更新地力,增施优质有机肥料,种足绿肥,用地养地结合,不断加厚耕层,建立旱涝保收的高产稳产农田。

2等:包括水稻土的全部10个土种,面积22 197hm<sup>2</sup>,占该岛土壤总面积的38.27%。2等土壤有弱—中度限制,且限制因素较多,共分出3个限制型:①地下水位偏高限制型。该型土壤主要分布于低洼地相对最多,是集成的地区。地势低洼,地下水位偏高,土壤涝渍,潜害较重,是该型土壤的重要特点,因此在土壤改良利用上应该以防涝降潜治渍为中心,减除水害,改善土壤环境条件,培肥地力。②砂层障碍因素限制型:该型土壤表层以下出现的砂层对土壤水肥运动和生产性能有较大影响,根据砂层出现的深度差异,可分砂身和砂底两种,两种都是漏水,漏肥现象,前者还易于引起耕层滞水,对作物生长的影响更大些。该型土壤保肥,保水性能较差,土壤有机质含量低,因此,应该加强田间管理,适当施肥和排灌,注意培肥,改善土壤结构,提高土壤保肥保水性能。③质地偏粘限制型。该型土壤较为粘重,而且耕层以下层次较为致密,耕性差,干时龟裂成柱状,引起漏水漏肥,湿时泥泞,渗水性差,不便耕种。一般作物前期根多不易下扎,小苗起发较差,但后劲较足,不易早衰。因此,在土壤改良利用上,应深耕结合增施有机肥,并合理水旱轮作,注意冬耕晒垡,有利于土壤理化性状的改善。

3等:仅旱作黄泥土1个土种,面积小,共有1 319hm<sup>2</sup>,占该岛土壤总面积的2.3%。3等土壤剖面发育较差,养分含量一般,不易耕作,是崇明岛较差的一种土壤。土壤在利用上选择性受到较大限制,主要表现在耕层质地为重壤—轻粘,土壤湿时泞,干时坚硬,耕作时机械阻力较大,适耕期短,通透性供肥性能较差,但蓄水能力较强,所以,在改良利用上,应开好排水沟,及时适宜地渗漏地下水和降低地下水位,防止滞水危害;注意改善土壤结构和土壤环境条件,提高土壤肥力。

4等:包括旱作并繁土,盐化底砂土,盐化底夹砂土,盐化底黄泥土4个土种,面积18 770hm<sup>2</sup>,占该岛土壤总面积的32.33%。4等土壤有强—中度限制,且限制因素较多,适宜性较小,土壤在利用上选择性受到较大限制。该等共分出了4个限制型:①潜盐渍化限制型。该型土壤虽已基本脱盐,但地下水矿化度较高,尚存在着潜在盐害威胁。因此,在土壤改良利用上,决不能忽视农田排水工程,必须疏浚淤浅沟时,搞好田间三沟配套,保证内外排水通畅,有效地控制和降低地下水位。同时,应以养地为主,大力增施有机肥和种植绿肥,实行麦—肥—稻为主的稻棉轮作制。②养分缺乏限制型。该型土壤熟化程度低,土壤肥力低下,有机质含量低于1.5%,土壤适种性差。在利用上,以养为主,加强熟化培肥措施,提高土壤肥力。③耕层浅薄限制型。该型土壤耕层厚度小于10cm,对作物根系活动和作物生长发育有一定的限制作用,该土壤熟化程度极低。一般以养为主,提高土壤肥力,不断加深耕作层。④质地偏砂或偏粘限制型。该型土壤质地偏沙或偏粘,偏砂者保水保肥性能差,养分含量低下;偏粘者虽保蓄水肥能力强,但有效性低,不易耕作。该土壤应采取客土改良,增施有机肥等措施。