

文 启 孝 等 编 著

土壤有机质研究法



农业出版社

土壤有机质研究法

文启孝等编著

农业出版社

土壤有机质研究法

文启孝等编著

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 张放地区河西印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 10.25印张 221千字

1984年8月第1版 - 1984年8月甘肃第1次印刷

印数1—7,300册

统一书号 16144·2654 定价1.60元

前 言

土壤有机质是土壤的一个重要组成部分。在土壤发生分类和土壤肥力等研究中，土壤有机质的组成、性质以及有机碳、氮的转化一直受到人们很大的注意。近年来，国内很多单位也正在或准备开展这方面的工作。但是，迄今为止，还没有看到结合我国的具体情况的综合性的土壤有机质研究方法方面的著作。已经翻译的几本国外的专著，主要是关于鉴定腐殖酸的化学方法和物理方法以及土壤氮素的测定方法。为此，我们编写了这本书，一方面，希望借此与从事这方面工作的同志们交流经验，另一方面，也希望能对准备开展这方面工作的同志有所帮助。

土壤有机质研究方法的范围很广。本书主要介绍我们实验室经常采用的、能够适用于国内一般土壤肥料实验室的方法，其中除部分方法外，大多不需要昂贵的仪器设备和特殊的操作技巧。

本书在介绍每项测定方法时，在引言中都简要地叙述了各该测定项目的意义，以及现有的关于该项测定的各种方法的优缺点，希望这样能为读者正确选用符合自己工作需要的方法提供一些方便。每章末均附有主要的参考文献，供读者进一步查阅。

本书是中国科学院南京土壤研究所生物化学研究室的一

个集体工作的产物。除各章的编写人员外，邵杰传同志为本书的编写、出版化费了大量的精力，他还详细地校阅了每一章稿件，编排了全书的图、表目次等。书中插图承黄翠琴同志绘制。

限于我们的水平，书中定有一些不恰当甚至错误的地方，希望读者批评指正。

文启孝

1982年4月

目 录

第一章 土壤样品的采集与处理	1
一、土壤样品的采集	1
二、土壤样品的处理	5
三、注意事项	8
第二章 土壤中未分解(和半分解) 植物残体的分离	11
一、引言	11
二、方法原理	13
三、特殊仪器	13
四、试剂	14
五、操作步骤	14
六、注意事项	16
第三章 土壤有机质的测定	19
一、引言	19
二、重铬酸钾容量法(Tyurin法)	22
三、湿烧法	30
第四章 土壤全氮的测定(半微量法)	39
一、引言	39
二、方法原理	40
三、仪器	41
四、试剂	43
五、操作步骤	43
六、结果计算	46
七、注意事项	47

第五章 土壤碳水化合物的测定	50
一、引言	50
二、六碳糖的测定	54
三、五碳糖的测定	59
四、氨基糖的测定	63
五、糖醛酸的测定	67
六、用纸谱法测定水解液的单糖组成	70
(附: Dubois 法——酚—硫酸法)	70
第六章 土壤有机氮的形态测定	78
一、引言	78
二、方法原理	80
三、仪器与试剂	82
四、操作步骤	85
五、结果计算	87
六、注意事项	88
第七章 腐殖酸的分组组成	91
一、引言	91
二、方法原理	93
三、试剂及主要仪器	94
四、操作步骤	94
五、结果计算	100
六、注意事项	101
附一: 腐殖酸的絮凝极限测定	103
一、引言	103
二、试剂	104
三、操作步骤	104
四、注意事项	105
附二: 腐殖酸的光密度测定	107
一、引言	107

二、仪器和试剂	109
三、操作步骤	109
四、注意事项	110
第八章 土壤腐殖酸的分离与制备	112
一、引言	112
二、方法选择	116
三、试剂	116
四、操作步骤	117
五、注意事项	122
第九章 腐殖酸的凝胶过滤	125
一、引言	125
二、基本原理	127
三、操作步骤	130
四、注意事项	133
第十章 腐殖酸中功能团的测定	136
一、引言	136
二、总酸性基	137
三、羧基	139
四、酚羟基	141
五、总羟基	141
六、醇羟基	143
七、羰基	143
八、醌基	145
九、甲氧基	148
第十一章 腐殖酸的电位滴定	153
一、引言	153
二、方法原理	154
三、仪器	155
四、试剂	156
五、操作步骤	158

六、试验数据处理	160
七、注意事项	163
第十二章 腐殖酸的数均分子量的测定	166
一、引言	166
二、方法原理	170
三、冰点下降——pNa校正法	174
四、蒸气压渗透计——pNa校正法	183
第十三章 腐殖酸的粘度特性	196
一、引言	196
二、测定原理	197
三、特殊仪器	204
四、操作步骤	204
五、结果计算	207
六、注意事项	207
附：腐殖酸比重的测定	210
一、引言	210
二、操作步骤与计算	211
三、注意事项	212
第十四章 腐殖酸的电子显微镜观察	213
一、引言	213
二、方法原理	214
三、操作步骤	218
四、注意事项	220
第十五章 腐殖酸的红外光谱	223
一、引言	223
二、原理	225
三、仪器	228
四、试剂	228
五、操作步骤	231
六、注意事项	232

第十六章 腐殖酸-金属络合物的稳定常数	237
一、引言	237
二、方法原理	239
三、仪器	241
四、试剂	242
五、操作步骤	243
六、结果计算	244
七、注意事项	247
第十七章 植物物质化学组成近似系统分析法	250
一、引言	250
二、方法原理	256
三、试剂和特殊仪器	258
四、操作步骤	261
五、结果计算	266
六、注意事项	271
第十八章 实验室条件下土壤有机质(包括植物残体)分解速率的测定	273
一、引言	273
二、方法原理	276
三、试剂和特殊仪器	277
四、操作步骤	279
五、结果计算	280
六、注意事项	281
第十九章 田间条件下植物残体分解速率(和腐殖化系数)的测定	285
一、引言	285
二、方法原理	287
三、特殊仪器和试剂	287
四、操作步骤	288
五、结果计算	291

六、注意事项	292
第二十章 土壤氮素的矿化量及矿化过程	296
一、引言	296
二、好气培养法	301
三、好气培养-间歇淋洗法	302
四、淹水培养法	304
五、 $0.01M CaCl_2$ 加压蒸煮法	306
六、预测氮素矿化过程的Stanford法(旱地土壤)	307
七、测定淹水条件下土壤氮素矿化过程的方法 (吉野法——淹水密闭培育法)	311
八、旱地中绿肥(和其它有机肥)的矿化量和 矿化过程	314
九、淹水条件下绿肥(和其它有机肥)的矿化量 和矿化过程	315

第一章 土壤样品的采集与处理

一、土壤样品的采集

实验室中供分析用的每一个土壤样品，代表着某一地区的野外（或田间）某一种土壤的“实况”，或某土壤剖面的某一个土层的“实况”。采集的土样，在数量上虽然不多，但它却可代表着相当范围（或面积）的某一种土壤。正确地采集与处理土壤样品，是土壤研究整个工作中一个十分重要的步骤。样品采集不恰当，即使所用的分析手段是先进的，分析结果是准确可靠的，但此分析结果却可能是毫无价值，由此所得到的结论可能是错误的。正确地采集土壤样品的关键就在于所采集的土样具有代表性。

对于均匀的物体，不存在如何采取具有代表性样品的问题。但土壤并不是这样。土壤具有高度的不均匀性，不同类型的土壤固然各个不同，就是同一类型的土壤由于地形、母质、植被（和利用状况）等的不同，彼此之间也可能有很大差异；甚至同一块田或地中，也存在着这种差异；在垂直方向上，一个土壤剖面也是由性质互异的各个土层组成。同时土壤的这种差异无论是在水平方向上或垂直方向上都不是截然分清，而是逐渐过渡。由于土壤的这种不均匀性，欲采取具有代表性的土样，必须根据不同的目的和要求采用不同的方法。

(一) 判断采样 在比较研究不同土类、亚类土壤中有机的状况、各成土因素(包括人为因素)对土壤有机质状况的影响等工作中多采用这种方法。在这类工作中,样品采集点的选择,通常完全由采样人根据自己的知识、经验作出判断。

在选择这类研究的代表性土壤时,要求采样人尽可能地注意样品的可比性,即使所研究的土壤除某一个因子外,其它的因子基本上完全相同。如研究不同植被对土壤有机质的影响时,应尽可能选择同一气候条件下、同一母质上不同植被下的土壤;研究母质对土壤有机质的影响时,尽可能选择同一气候、同一植被类型、不同母质上发育的土壤,同时各采样点的地形部位也应尽量相同。根据这个要求,在充分了解采样地区的自然条件(包括母质、地形、植被、水文等)和农业生产情况(土地利用、作物生长、产量、耕作、水利和施肥等)的基础上,选择具有代表性的地点作为采样点,采取采样点的表土或全剖面各土层的土样。

采取全剖面各土层的土样时,须挖一个 1×1.5 米(或 1×2 米)的长方形土坑,长方形窄的一面要向阳,作为观察面;然后深挖至母质层或地下水即可,一般在1—2米左右。挖出的土一定要堆放在坑的两侧。挖妥以后,再根据土壤的颜色、结构、质地、松紧度、湿度和根系分布等情况,划分土层,并逐一记载各土层的特征,以备日后审查分析结果时的参考。然后自下而上的逐层采土。采土的位置应在各层的中部,每层的采土数量视需要而定,一般一公斤左右即足。将采集的土样装入布袋(或塑料袋)中,袋内、外均附上用铅笔书写的标签,标签上应注明剖面号码、土层深度、

采样深度、采集日期和采样人等。

(二) 采取混合样^[1, 3, 4] 在研究各种农业措施对土壤有机质含量的影响的小区试验, 为评定土壤肥力而了解有机质含量水平, 以及布置田间试验前了解地力是否均匀等工作中, 一般均采用此法。本法每个采样区只分析一个样品, 可节省大量分析工作的时间, 但只能得到一个有机质含量的平均值; 如果要知道所得到的平均值的精度, 必须在同一采样区采取另几份混合样。每一混合样采样点的多少, 视每一采样区土壤变异性的大小和对分析结果的机率水准等的要求而定。在小区试验中, 一般以每一个小区作为一个采样区。由表1可见, 欲使采样误差与分析方法(丘林法)误差相同, 对水稻田土壤来说, 每一个混合样的采样点一般应不少于15个。旱地土壤的变异性一般较水稻土大, 如使采样误差与分析方法误差相同, 每一混合样的采样点数应较15为大。

表1 水稻土有机质含量的变异值与采样点数目关系

采 样 地 点	样点数	平均值 y	V(%)	L	n*
江苏 无锡 东亭	9	1.09	8.37×10^{-4}	1.09 ± 0.07	14
江苏 无锡 张泾	3	1.32	9.33×10^{-4}	1.32 ± 0.04	12
江苏 吴县 望亭	5	1.79	2.36×10^{-3}	1.79 ± 0.14	12
江苏 吴县 夏家	3	1.82	1.92×10^{-3}	1.82 ± 0.01	13

* 在使采样误差与分析方法误差相同时, 所必需达到的采样点的数目。

采样可按下述两种方法进行。

1. 蛇形采样法 依“之”字形路线走过小区(图1),

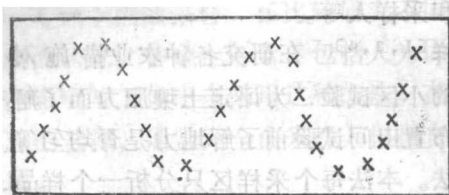


图1 蛇形采样法

每隔1—3步取一土样。小区边缘50厘米以内不取样。

2. 系统采样法

如图2所示，每一交点为一采样

点。本法既适用于地势平坦、地形完整的小区，也适用于地形起伏、面积较大的地块。

上述两种采样方法的采样深度视耕作层的深度而定。由于耕层中不同深处有机质的含量有一定变异，因此，每一采样点取的土样应是代表整个耕层的土壤。此外，混合样要求每一个采样点采取的土样量必须彼此相等或相近。为此，每

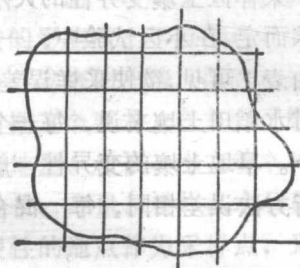


图2 系统采样法

一采样点土样的采取方法可按图3进行。即在采样点上用小土铲斜向插入土体，切取一片厚度适当的土块。各采样点切取的土块厚度保持不变或相近。或用筒式取土钻，每钻采取的土柱长度力求相同。

将各采样点切取的土块（柱）充分混匀，然后按四分法，取出0.5—1公斤的土样，作为该田块的代表样。将此混合样装入布袋（或塑料袋），袋内、外附上标签。

在布置田间试验前，为了了解地力是否均匀，可如图4所示，依拟设计中的小区的形状、大小和方位相似的容积作

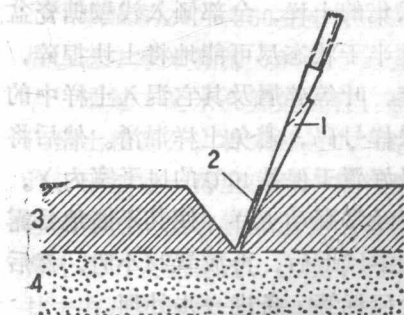


图3 表层土样采集法

1. 铲子 2. 土块 3. 耕作层 4. 犁底层

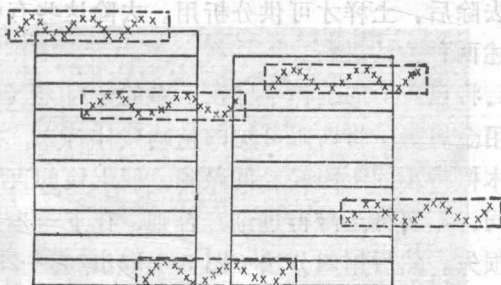


图4 试验小区采集混合土样法

(实线为试验小区;虚线为采样范围)

二、土壤样品的处理

除某些工作(速效性氮、有机酸等)须用新鲜土样外,从野外采集的土壤样品必须风干、磨碎并挑去混入土壤中的植物根、茎、叶的碎屑和其它的混入物之后,才能作为分析样品。

(一) 风干 将田间采集的土样，全部倾入浅壁搪瓷盆内（或塑料布或纸上），趁半干状态尽可能地将土块捏碎，挑去肉眼可见的植物根、茎、叶等碎屑及其它混入土样中的杂物。铺成一薄层。标明采样号码，避免土样混淆。然后将其置于通风阴凉的室内（最好置于保持40℃的风干室内），使其风干。在风干过程中要经常翻动土样，使其不断地暴露出新鲜的风干面。待土样基本风干后，再放置24小时，然后装入原袋内。袋内、外附上原标签，备进一步处理。

(二) 挑根及磨碎 经过初步挑去粗根等有机残体和混入土体的其它各种杂物的风干土中，还含有相当多的根、根的脱落物和破碎的叶、茎的碎屑等，必须进一步将这些有机残体去除后，土样才可供分析用。去除这些有机残体通常可按下述两种方法进行。

1. 将已风干的土样平铺在干净的塑料板（或塑料布）上，用金属镊子将肉眼可见的植物残体拣去，再用带有橡皮头的木棒将小的土团轻轻的敲碎，使土块的直径在0.9—3毫米间，不要将土敲得过细，否则，在下一步挑根时细土粒易遭损失。然后用四分法（图5）取出200—250克土样。其余土样仍装入原袋中储藏备用。

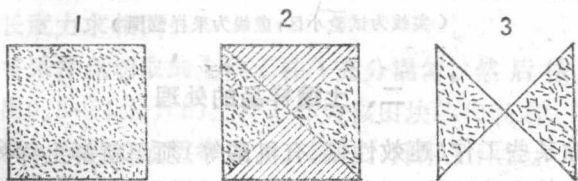


图5 四分法取样三步骤