

土壤分析法

A.L.佩奇 R.H.米勒 等著

闵九康 郝心仁
严慧峻 谢承陶 等译

中国农业科技出版社

土 壤 分 析 法

(第二版, 第二部分)

A. L. 佩 奇 等 著
R. H. 米 勒
冈 九 康 郝 心 仁 等 译
严 慧 峻 谢 承 陶

中国农业科技出版社

1991 北京

内 容 提 要

本书是美国土壤学会专著《土壤分析法》的再版本，内容丰富，理论性和实用性都较强。本书出版后受到国际上的重视，被誉为土壤分析法的标准工具书。

本书共39章，主要内容有仪器分析，如各种光谱分析、液相色谱、中子活化等；土壤性质的分析，如土壤pH、阳离子代换量、土壤呼吸及空气成分分析；土壤中30多种元素的分析；土壤有机质、土壤酶的分析等。

读者对象：科研单位、大专院校、生产部门有关农业化学、土壤肥料、水质及环保各方面的科技人员。

土 壤 分 析 法

主要著者 A.L.佩奇 R.H.米勒

主要译者 闵九康 郝心仁

严慧峻 谢承陶

封面设计 孙宝林

*

*

中国农业科技出版社出版（北京海淀区白石桥路30号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京海淀区跃华印刷厂印刷

*

*

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：40.25 字数：951千字

1991年4月第一版 1991年4月第一次印刷

印数：1—1400册 定价：27.00元

ISBN 7-80026-208-1/S·162

土壤分析法

(第二版, 第二部分)

主 编 A. L. 佩奇

副主编 R. H. 米勒 D. R. 基尼

编委会 A. L. 佩奇 D. R. 基尼

D. E. 贝克 R. H. 米勒

J. D. 罗兹 R. 小埃利斯

常务编辑 R. 迪诺尔

助理编辑 K. E. 盖茨

ASA出版物主编 D. R. 巴克斯顿

农学专著第九卷出版者

美 国 农 学 会

美 国 土 壤 学 会

美国威斯康星州, 麦迪逊

1982年

翻译委员会

主 任 闵九康

副主任 严慧峻 谢承陶

委 员 (按姓氏笔划为序)

王应求 严慧峻 闵九康 谢承陶 魏由庆

译校者 (按姓氏笔划为序)

王应求 王涌清 左余宝 田昌玉 刘恩义 关振声

许志坤 邢文刚 沈育芝 沈桂琴 李志杰 严慧峻

闵九康 陈子明 陈婉华 张文群 张树勤 林治安

郝心仁 高峻岭 梁国庆 袁 栋 钱侯音 郭炳家

唐继伟 谢承陶 熊锦香 薛泰麟 魏由庆

总 校 闵九康 郝心仁

译 序 朱祖祥

前 言

“土壤分析法，第二部分：化学和微生物性质”一书的第一版，问世于1965年。该书的目的，是为土壤化学分析和微生物鉴定的实验方法，提供全面和权威性的论著。这是一本极受好评，并在国际上被公认为土壤分析方法的标准参考书。因此，在全世界一举出售了12300多册。该书的第二版所奉献给的C.A.布莱克博士，乃是第一版的主编。

1965年以后，分析仪器和分析方法领域中的技术进步日新月异。而且，公众对环境质量的普遍关注促使需要扩充内容，以囊括第一版未能包括的一些元素和成分的分析方法。由于认识到这种需要和在ASA专著委员会推荐以后，ASA执行委员会便批准了第二版的出版。在象土壤这样复杂的系统中，每个原理都是由许多不同的部分组成的，因此就不可能由任何一个人撰写出所需的该类书籍。所以，编辑委员会挑选了被认为是学识最渊博的人员就其专业方面撰写各章。本书是由73位作者和合作者所撰写的54章组成的。所有章节至少由两位编辑委员会成员和一名以上非成员的评论员予以评审。参与丛书计划和撰写的编辑委员会成员有：

A.L.佩奇（主任）（加利福尼亚大学，加利福尼亚州，里弗赛德）

D.E.贝克（宾夕法尼亚州立大学，宾夕法尼亚州，尤尼弗西蒂帕克）

R.小埃利斯（堪萨斯州立大学，堪萨斯州，曼哈顿）

D.R.基尼（威斯康星大学，威斯康星州，麦迪逊）

R.H.米勒（北卡罗来纳州立大学，北卡罗来纳州，罗利）

J.D.罗兹（美国盐渍土实验室，加利福尼亚州，里弗赛德）

第二版与第一版一样，其目的是指导读者通过使用通行的所有化学和微生物学方法，去鉴别土壤的特性。其中有七章讨论各种不同类型仪器的原理、方法和应用。有许多章则是叙述土壤的一般化学性质，如阳离子交换量、交换性阳离子、可溶性盐、碳酸钙和石膏、土壤pH，以及石灰需要量。本书还包括30种元素的可溶性的、吸附性的和总浓度的测定方法，以及这些元素在土壤中的源和库的情况、植物有效性及毒害性的指标。有五章则是论述测定土壤中各种形态氮的方法，其中包括全氮、有机氮、无机氮、尿素氮、以及同位素-比分析法。

本版还广泛包括了土壤微生物特殊种群的鉴别方法和计数方法以及分析土壤微生物活性的方法。此外还论述了用于微生物的一般培养、显微镜、最大可能数量法，以及诸如真菌、放线菌、嫌气细菌、硝化细菌、根瘤菌、自生固氮生物、藻类、原生动物、线虫类、螨类和其它土壤节肢动物类等各种特殊土壤生物种群。其它章节则包括了测定微生物生物量、土壤呼吸、土壤酶活性以及土壤有机物的鉴定方法。

本版编辑委员会，对为专著的高质量而不惜时间和精力许多未署名的评论者表示

感谢。ASA总部工作人员R.C.迪诺尔和K.盖特，提出了许多最有帮助的关于版式和索引等等意见，他们为编辑本版的最后式样而认真负责的工作作风，我们深表谢意。

我们希望本书的出版，是对编辑委员会成员和第十七章的合作者R.小埃利斯，以及第五十二章的合作者之一J.斯托特的特殊怀念。他们在专著的编辑过程中，不幸过早逝世。G.W.耶茨对B.斯托特博士编著的第五十二章进行了编辑和索引。在此一併致谢。

主 编 A.L.佩奇 (加利福尼亚大学，加利福尼亚州，里弗赛德)

副主编 R.H.米勒 (北卡罗来纳州立大学，北卡罗来纳州，罗利)

D.R.基尼 (威斯康星大学，威斯康星州，麦迪逊)

1982年9月

献 词

把“土壤分析法”一书第二部分第二版奉献给C. A. 布莱克博士是最适宜的。C. A. 布莱克博士是1965年出版的“土壤分析法”一书第一部分和第二部分的主编。该书是美国农学会编辑出版的最成功和最受欢迎的系列专著之一。由于他的不懈努力和认真负责,从而使该专著得以极高的质量问世。他对农业科学研究工作和教育事业的卓越贡献,以及他目前仍然所起的重要作用,使他成为农业科学领域中当之无愧的权威人士之一。

C. A. 布莱克博士于1916年1月22日出生在依阿华州隆特里。他于1937年获科罗拉多州立大学化学和土壤学学士学位,并分别于1938年和1942年获依阿华州立大学土壤肥力硕士和博士学位。

他于1937年在科罗拉多州立大学农学系作为一名研究人员开始了他的专业研究生涯。随后,他又于1939年作为一名教师而加入了土壤教育工作者的队伍。C. A. 布莱克博士,除了第二次世界大战期间在美国海军服役、1955~1956年在康乃尔大学作为访问教授和1964~1965年在UC—戴维斯美国国家科学基金会(NSF)联谊会供职以外,他一直在依阿华州工作。他于1979年作为著名教授而退休,并以全部时间致力于农业科学技术委员会(CAST)的工作。布莱克博士的研究和教学工作,对土壤学,尤其是土壤肥力和土壤化学的原理有很大的影响。他奉献给我们许多关于磷酸盐在土壤中的反应、被植物的吸收、以及产量曲线的解释方面的知识。他是近100篇研究报告和论文的作者或合作者,并撰写了两版被广泛采用的名为“土壤植物相互关系”的教科书。此外,还编著了几版关于土壤化学的实验手册。他还是“SSSA杂志”的副主编;“土壤科学”的顾问编辑,以及CAST出版发行的100多种刊物的编辑。他是ASA和SSSA的众多的委员会的委员,并于1961年成为SSSA主席,又于1971年当选为ASA主席。他也获得过许多奖励和荣誉称号,其中有ASA土壤学奖(1957),ASA特别会员(1962),美国化学家协会特别会员(1969),SSSA(1975)和ASA(1981)荣誉会员,AAAS特别会员(1976),依阿华州立大学为对农业有卓越贡献者颁发的H. A. 华莱士奖(1981),以及SSSA的Bouyoucos土壤学杰出专业工作者奖(1981)。

C. A. 布莱克博士对科学发现的精确和坦率的评价,以及他的热情个性和幽默风度,都使他成为许多学生和同事们深为推崇的师长。他在依阿华州开设的研究生课程——土壤-植物间相互关系特受欢迎。有幸在C. A. 布莱克博士的指导下学习的人们,在学业和思想方面都受益非浅,并在其各自的专业生涯中发挥其作用。

C. A. 布莱克博士的专业生涯,于1970年达到新的高度之时,在他主要指导下的CAST也得到了发展壮大。他于1973年担任CAST的主席,自此以后,他便成为独立于农学会之外的该新机构的执行副主席。

他通过CAST组织而不遗余力地对粮食和农业科学家团体不断提供宝贵的服务。并通过理事会，科学学会及它们所代表的科学家，向决策者和有主见的领导者，提供科学信息，从而为制定国家的粮食和农业政策，作出了新的贡献。

总序

农学专著第九卷“土壤分析法，第二部分—化学和微生物性质”第二版的出版，代替了原来于1965年出版的第二部分。新版本收集了过去17年间在该领域内所取得的巨大进展，并成为自1949年开始出版的农学系列专著中的一个重要版本。该系列专著的前六卷系由美国科学出版社出版。1957年，美国农学会接替了该系列专著的出版工作，并继续至1977年出版第十八卷时一直是该系列专著的独家出版者。自1977年后，邀请了美国作物学会和美国土壤学会参与了该系列专著的出版工作，并成为共同的出版者。专著代表了有关学会及其工作者，以及遍布100多个国家的11700会员们，为人类提供世界性的最新信息，专著是他们卓有成效和始终不渝的努力结果。

我谨代表有关学会的会员和我本人，向付出辛勤劳动的主编A.L.佩奇和副主编R.H.米勒和D.R.基尼，向专著的许多作者，以及在专著出版发行过程中勤恳工作的常务编辑R.C.迪诺尔和直接或间接为完成这项任务而作出贡献的所有工作者，表示由衷的感谢。

ASA—CSSA—SSSA代理执行副主席

D.M.克雷尔

1982年8月

序

土壤是我们最重要的自然资源之一。它为给我们生产粮食、纤维和遮蔽物的植物和动物提供营养物质。它也是载荷我们抛弃的大量废弃物的容库，从而帮助纠正日常掩盖了我们的错误和疏忽。如果能正确地管理土壤，那么它就能够保护我们的生存环境。

土壤对所有的实际用途，高度的可变性以及复杂性而言，特别是从化学和生物学观点出发，它也是不可更新的。因此，如果我们要最有效地利用它，为我们生产粮食和纤维，同时也要为我们的子孙后代造福而保护它，那么我们就需要最大可能地了解土壤的本质和特性。这种了解在过去因使用新的和改进的分析方法而有了巨大的增长。以使用现代化技术和由过去的经验所获得的见解为基础的新方法，正在不断涌现。

“土壤分析法，第二部分——化学和微生物性质”一书的第二版，及时地提供了目前所需的现代化的新方法。作者们来自土壤化学和生物学的各个方面，而且他们中有些是最受尊敬和具有渊博知识的土壤科学家。

我们以ASA和SSSA的名义，向组织和编辑委员会、作者和评论者，以及为出版本书付出宝贵时间和辛勤劳动的ASA总部有关工作人员，表示谢意。

美国土壤学会主席 R.G.加斯特

美国农学会主席 C.O.加德纳

1982年9月

土壤分析法(第二版)中译本序

中国科学院学部委员
浙江农业大学名誉校长 朱祖祥
中国土壤学会副理事长

(一)

A·L·佩奇(A. L. Page)主编的“土壤分析法”第二版(化学和微生物特性)是美国农学系列专著中的第九卷。它于1982年出版,出版后受到了广泛的关注,并十分畅销。美国农学系列专著前六卷,由美国科学出版社出版。1957年,美国农学会接替了该系列专著的出版工作,至1977年出版第十八卷时,一直是该专著的独家出版者。1977年后,该系列专著由美国农学会、美国作物学会和美国土壤学会共同出版。至目前为止,已经出版了二十二卷。这套系列专著在全世界颇有影响,其作者越出了国界,在世界范围内遴选著名科学家撰文。

我国科学工作者对这套专著甚为关心和颇有兴趣。因此已经和正在选择一些优秀名著译成中文,以飨读者。最早由科学出版社出版的系列专著第二卷“土壤物理条件和植物生长”一书,是由我国土壤物理学家冯兆林先生(已故)所译,并由我审校和作序。随着科学的发展和技术的进步,许多专著已再版或重新编著。有些专著水平确实很高,因此有关同志正在组织翻译出版。其中系列专著第二十二卷“农业土壤中的氮”将由我的学生闵九康等翻译,由科学出版社出版。现在他又与同事们组织翻译第九卷“土壤分析法”第二版(第二部分),并请我为中译本作序。我觉得此书有很高的参考价值。这是一本在系列专著中极受好评和公认的土壤分析的标准参考书,也可以说是目前最为完美的一本工具书。因此,我欣然应允为本书中译本作序。

任何科学的发展,都需要有先进的仪器和方法。所以美国农学会和美国土壤学会组织全世界有名的科学家编撰了“土壤分析法”一书。第一版于1965年出版,全书分第一和第二部分,总计113章。17年后,科学和仪器大大发展,因此,应各方面的要求,首先组织了第二部分(化学和微生物特性)的再版,共有54章,其版面就长达1200页左右。内容增加很多,方法也大有改进,所以受到普遍的欢迎。

“土壤分析法”第二部分的内容主要为土壤化学、生物化学和微生物的分析方法。全书共54章。由于某种原因,中译本只翻译了土壤化学和生物化学部分的内容,共39章。

(二)

第1章 元素全量分析样品的溶解

土壤和岩石的元素分析可用酸消化或各种熔剂将其分解成可溶性形态的物质。最早的方法是以 Na_2CO_3 作助熔剂熔融,以 HF 或 HClO_4 , H_2SO_4 酸消化。但现已知道,这两种方法溶解的溶液在随后用光谱法测定元素时会出现许多困难。近年来,对样品量较小(50~100毫克)的土壤或岩石,采用了一个密闭的器皿,并以 H_3BO_3 保存 Si ,从而成功地发展了一种有效的 HF 分解溶液来供原子吸收光谱仪进行分析的技术。这种技术适用于测定18种元素。并进一步改进了防止 SiF_4 (气体)损失的方法,即采用250毫升的聚四氟乙烯(Teflon)瓶和 H_3BO_3 溶液。由于采用了这种新方法,因此可以满意地解决硅酸盐的溶解和样品溶液的稳定性问题。业已证明,酸性母液能保存样品溶液和标准溶液约在一个月内不会产生硅和其它盐类的胶体沉淀。

本章除重点介绍这种新方法外,还介绍了一直沿用的常规分解方法—碳酸钠熔融法和氢氟酸、硫酸和高氯酸的消化法。作者指出,在使用重量法代替容量法时,可省去分解溶液的必要转移,和无须标定实验室的玻璃容器,而且省时,并可排除污染的影响。

作者对因不同元素含量的土壤,如铁和锰含量高的土壤的预处理方法和取样重量,都有详细说明,而且对分析过程中的每一步骤的注意事项,也叙述得很清楚。

第2章 原子吸收和火焰发射光谱法

原子吸收现象,早在1802年即被W.H.伍朗斯顿发现,他观察到了太阳连续光谱的暗线。1860年,R·本生(Bunsen)对原子吸收现象作出确切解释,认为太阳连续光谱的暗线是辐射通过原子蒸汽时,被选择性地吸收所引起,从而在理论上开阔了原子吸收应用的可能性。直至1955年,A·瓦尔西利用了空心阴极灯的锐线光源,才使有焰原子吸收成为实用技术。1961年,B·里沃夫对无焰技术进行了开创性研究,又使原子吸收应用有了更大发展。

正如本章指出的,原子吸收具有一系列优点,包括(I)仪器价格相对低廉,(II)操作简单,(III)灵敏度高,火焰技术的灵敏度可从ppm至ppb级;无焰技术可达 10^{-10} ~ 10^{-14} 克,(IV)选择性好,在大多数情况下,共存元素对测定不产生影响,(V)方法的精度较高。由于有以上优点,原子吸收光谱仪已成为农业化学分析实验室元素分析的普及仪器。它适用于土壤、植物和水的分析,原子吸收光谱法对铜、铁、锰、锌、碱土金属以及许多重金属污染元素如铅、镉、铬等,都已被许多实验室列为常规分析项目。

作者还对仪器的特点、火焰和燃烧器、无焰技术、灵敏度和检测限,以及溶液的制备等,进行了详细介绍。作者认为火焰发射光谱作为一种分析手段,虽然对碱金属和碱土金属测定仍可使用,但基本上已被原子吸收光谱分析法所取代。所以在文内几乎没有介绍。事实上,这类仪器在我国已普遍使用,并有许多成熟经验。该章对土壤和环境科学工作者提供了许多有用的材料和有益的参数。

第3章 发射光谱法

发射光谱法在国际上应用于土壤和生物材料的分析,已有很长的历史。Mitchell (1948)曾对该种技术作过早期的评论。近年来,在激发光源、光谱仪设计和电子计算机的应用方面,都有了巨大进步,其中最明显的是直读式发射光谱仪和作为激发源的等离子体的研制成功和实际应用。第一架可同时测定多种元素的商业性ICP于1970年进入市场以后,这类光谱仪器快速、准确和较高的灵敏度来对多种元素进行分析而著称。

该章重点论述和介绍了与发射光谱仪有关的一些原理,其中特别强调了诱导耦合等离子发射光谱仪(ICP—OES)的原理。同时也讨论了一些实际应用技术。

就仪器本身的范畴而言,作者指出了激发源及其进展情况。在激发源中介绍了电弧(直流电弧和交流电弧)、AC电火花和等离子体(直流放电等离子体和诱导耦合等离子体)。同时还阐述了这些激发源的原理、性质和各自的优缺点。在外国设备方面,则介绍了样品导入系统,其中包括雾化器、氢化物发生器和汞蒸气发生器。

该章的重点,是在仪器的设计和类型、分析能力、波长选择、检测极限、干扰因子及其排除等方面。作者用表的形式列出了极为丰富的有关参数。

在仪器的实际应用方面,作者根据自己的多年经验,在进行各种元素的全量分析时,对有机质的消化和硅酸盐的溶解、土壤提取液和消化液的分析、仪器的校准、计算机的采用、质量控制、特殊元素硒、砷的提取和预处理等方面,作了臻善臻美的论述。我国在80年代开始,已有许多实验室开始采用这项先进技术,特别是等离子发射光谱仪的应用,并取得了十分良好的效果。因此,这一章会对我国这方面的研究和实际应用大有帮助。

第4章 中子活化分析

中子活化分析是有很高灵敏度和很精确的分析方法。它可用于70多种元素的分析。因此当化学上很复杂的物质如土壤、植物和水质需要进行高精度的全量分析时,就常常会选择这种方法。虽然这种方法早在1936年就由Von Hevesy和Levi提议,但一直被认为神秘莫测。至本世纪40年代和60年代,因核反应堆的发展和伽玛谱仪的制成与改进,从而大大促进了中子活化分析的应用。现在它已广泛用于地质化学以及环境和生物科学。

作者在本文中详细介绍了中子活化分析的原理,其中包括放射性同位素的产生,薄靶假设,放射性同位素的衰变,放射性检测等。

在仪器介绍时重点叙述了中子源和放射性检测器。接着作者提出了通用的分析方法及其放射性安全度,中子分析时的样品制备,中子辐射,放射性检测以及结果的计算。

由于中子活化分析所需的仪器和设备昂贵,因此在我国的大多数土壤实验室中还未被广泛采用。但是它具有许多优点,因此是一种有前途的分析方法。无疑,本章将对我国有关的工作者会有教益。

第5章 X荧光光谱分析法

1949年由H·弗里德曼和W·伯克斯制成第一台X荧光光谱仪后,现在已成为大型

实验室的普及仪器之一。我国最早在冶金、地质、硅酸盐等部门应用，如今已扩及至农业、环保、卫生等事业。

国外早已广泛报导应用X荧光光谱分析法进行土壤和植物的元素分析，近来国内也有报导。近年来由于电子技术的进步，使它成为可靠的，适用性广泛的方法。它比常规方法快捷得多。它能分析的元素种类及含量范围也大大扩展，它可以分析从原子序数6的碳至原子序数92的铀，共80多种元素，含量范围从100%至几个ppm。与其他方法相比，它的样品制备比较简单，还可采用非破坏制样，使样品可留作其他用途。

X荧光光谱分析的原理、仪器及分析方法有其特殊性。文章作者对其基本概念、原理都作了介绍，对实用的公式进行了叙述。作者着重介绍了土壤和植物的分析方法，意在引起读者的兴趣。所介绍的测定技术是实用的。文章还附有有价值的文献。

第6章 高压液相色谱

液相色谱是一项较老的分离分析技术。60年代中期引入了高压输液技术，加上高效柱填充物和高灵敏检测器的发展，使它具有高效、迅速、灵敏、适用性广等特点，从而称之为高压液相或高效液相色谱。它使用细心填充的高效柱填充物的封闭柱，流量可控的高压泵，操作简便的进样阀，这意味着重复性的改善，导致较快、较好的分离，一般用很少的人力，在30分钟内将获得完整的色谱图。而最常用的紫外检测器，取样量在0.02~2毫升之间，其检测限约为 1×10^{-9} 克/毫升。与气相色谱相比，它不受样品挥发度和热稳定性的限制，从而补充了气相色谱未能涉足的、占有机化合物三分之二的样品分析领域。它尤其适用于不稳定的天然产物以及其他各种高分子或不稳定化合物的分析。涉及农化分析的，诸如蛋白质、核酸、氨基酸、农药、多糖、植物色素、极性类脂、甾族、维生素、抗氧化剂、表面活性剂等。因而在农业化学分析方面占有日益重要的地位。

第7章 阳极溶出伏安法和微分脉冲极谱法

伏安法属于电化学范围，它包括测量一个电极上电流的大小，电流与加于电极上电位的函数关系。有电位变化的电极称指示电极，它可由许多材料（如Hg、Pt、Au、石墨等）制成。如果使用滴汞电极，则此法就叫极谱法，脉冲极谱法亦是极谱法的一种。作者在略略介绍了极谱法的发展历史以后，详细地叙述了常规极谱法、微分脉冲极谱法和阳极溶出伏安法的原理和灵敏度，并用多幅图示意了有关内容。极谱法对许多离子的灵敏度可达 $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 的水平。

溶出伏安法与极谱法很相似，仅是在程序上有一点小的，但又显著的改进。它由二个明显的步骤组成，灵敏度极高。因此，该法基本上是一个痕量分析技术，所以不适用于浓度超过10ppm的样品。

在论述溶出伏安法的同时，还充分讨论了有关电极的特点。这种电极与极谱法的电极不同，在该法中不使用滴汞电极（DME），而使用悬汞电极（HMDE）和薄膜汞电极（TFME）。

作者指出，极谱法特别适用于测定土壤、水和沉积物的痕量元素。它的灵敏度可与其它技术（如光谱技术）相媲美，而且对测定物可不进行化学分离就能测定许多成分。所用样品范围也可从土壤消化液到稀释的天然水。所以，极谱法的发明者J·海洛夫斯基，

因该法对分析化学的巨大贡献而于1959年获得了诺贝尔化学奖!

第8章 阳离子交换量

阳离子交换量(CEC)是中和土壤负电荷的有效性交换阳离子数量的一种量度。因此,在研究土壤特性时,通常都要测定阳离子交换量。CEC的测定一般要使用不同的土壤予处理,饱和液,淋洗和浸提程序,同时根据不同饱和液和交换性阳离子,淋洗溶剂以及控制pH相结合而提出了许多测定CEC的方法。作者介绍了四种最常用的测定CEC的方法,即求和法、直接置换法、淋洗以后的置换法和放射性示踪法。

由于土壤性质,特别是pH的不同,因此测定方法也应有差异。在CEC的测定过程中,通常有二个或三个步骤。然而,在每一步骤中也均会有潜在的误差存在。作者根据实际情况提出了误差的来源和克服办法。这对研究土壤CEC有很大的帮助。

本章着重介绍了旱地土壤的阳离子交换量和酸性土壤的阳离子交换量的测定方法。实际上已包括了所有土壤的阳离子交换量的测定方法。

第9章 交换性阳离子

本章讨论的顺序为盐基阳离子 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ 以及来源于阳离子 Al^{3+} 和 H^+ 的交换性酸度。至于各个单独的盐基阳离子的测定方法,则在以后分别予以叙述。作者介绍了阳离子的提取和测定方法,以及交换性酸度及其测定方法。

第10章 可溶性盐

土壤的可溶性盐,系指可大量溶解的无机溶质。人们通常用盐浓度的测定,来评价盐渍土改良的措施和进行改良的必要性。本文介绍了饱和提取液及其它提取液的提取原理和方法。作者认为土样重量取决于提取液的种类和提取次数,同时也受分析方法和土壤盐分含量的影响。一般来说,应用真空过滤可以从饱和泥浆中滤出 $1/4 \sim 1/3$ 的水分。

在对可溶性盐进行测定时,土壤样品在浸提之前不应当烘干,因为加热到 105°C 时至少有部分石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)能转化为熟石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)。后者的水化物在水中的溶解度比前者为高。作者强调了提取时的水土比例和不同土壤制备泥浆时的注意事项。甚至在浸提过程中微生物活动对提取液组分的影响也作了说明及提出了防范措施。

在介绍了上述情况后,接着阐述了土壤水和水提取液中的可溶性盐成分及其分析方法,所用的仪器和各种溶液的制备等等,以及各种方法测定结果的计算。作者认为测定盐分最理想的方法,是不采集土样、不在实验室进行分析,而是在田间很快就能获得盐分的资料。现已发现,应用各种传感器的电信号就可在原位进行全盐的测定。但目前尚缺乏可行的具体办法来测定各种成分的盐类。因此,如果只需测定总的可溶性电介质时,应当推荐盐分传感器,电磁系统或者四电极探针等仪器和设备。目前,有些仪器亦已在我国开始使用。因此,希望在盐分的测定过程中不断得到完善和改进。

第11章 碳酸盐和石膏

土壤中的无机碳酸盐主要以难溶性的方解石(CaCO_3)和白云石($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)的碳酸盐存在。改进的范斯莱克方法可精确地测出土壤和石灰石放出的二氧化碳。当然,重量法也是既简单又快速的方法,而且适于有机质含量低的石灰性土壤。但在用Van Slyke气量计测定 CO_2 时,应选用磨口玻璃器皿,以严防漏气。压力碳酸计法能迅速测定大批量土壤样品中的方解石当量。如能采取适当的预防措施,这种间接测定法与直接测定法一样精确。

土壤中石膏的含量测定,通常采用硫酸盐总量减去非石膏硫酸盐含量的差减法测出。其详细测定方法和注意事项,都有颇为详尽的说明。总的来说,这一章所叙述的方法都是一些常规方法。

第12章 土壤pH和石灰需要量

土壤pH是土壤溶液中 H^+ 离子活度的一种量度。作者指出,土壤溶液中的 H^+ 离子为土壤酸度的强度因子(指标),而交换性酸度和石灰需要量则是土壤酸度的容量因子。全文以上述两个因子为先导展开了讨论。前者(强度因子)包括的内容有:pH的定义,土壤pH的意义,影响测定pH的因素,pH测定的原理,玻璃电极—甘汞电极的pH计法,测定pH的其它方法。后者(容量因子)的内容则包括:石灰需要量的定义和意义,影响测定石灰需要量的因素。这些因素是土壤的风化度,母质的类型,粘土矿物的类型,有机质含量,酸度存在的形态,中和顺序,测定石灰需要量的方法,测定过程所采用的时间。此外,还详细讨论了测定石灰需要量的各种方法:土壤—石灰培养法(即平衡法);SMP单一缓冲剂法(SMP即发明者的第一个字母,他们是Shoemaker, H. E., E. O. McLean和P. F. Pratt);双缓冲剂SMP法;Adams和Evans法;Yuan双缓冲剂法。

作者还以一定的篇幅介绍了交换性Al及其作为石灰需要量的指标,以及测定石灰需量的其它方法。作者认为,在高度风化而pH又低的土壤中,植物经常受Al浓度的毒害而停止生长。然而Al的毒害水平随作物和土壤而不同,同一作物,但土壤不同,毒害程度也有变化,所以Al的化学活性决定了毒性。

我国土壤学家对土壤pH和石灰需要量的研究,也作了大量的工作。在pH低的土壤上,农民也有使用石灰的习惯,其效果甚佳。当然他们施用石灰并不只是为了中和土壤酸度以适应作物生长,而且还有多种功能。但是根据土壤测试结果来定量地施用石灰还不普遍。为了推动土壤pH和石灰需要量的研究,所以将此文翻译介绍是适时的,并希望有关科技工作者认真一读。

第13章 锂(Li)、钠(Na)和钾(K)

本章开始时叙述了锂、钠和钾的化学性质。作者指出,土壤中的钠和钾的化合物,在自然界分布很广泛。同时,土壤中的含量取决于母质成分和土壤的化学状况。土壤中的锂则远远小于钾和钠。

要测定土壤中的这类化合物,首先要使用消化技术。此法的实质就是第一章中所论