

T
URANG NONGHUA FENXI
YU HUANJING JIANCE

土壤农化分析 与环境监测

TURANG NONGHUA
FENXI YU HUANJING
JIANCE

◆ 杨剑虹等 编著



中国大地出版社

土壤农化分析与环境监测

杨剑虹 王成林 代亨林 编著

中国大地出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤农化分析与环境监测 / 杨剑虹等编著. —北京:
中国大地出版社, 2008. 3
ISBN 978 - 7 - 80246 - 075 - 1

I. 土… II. 杨… III. ①土壤化学分析②土壤
环境—环境监测 IV. S151.9 X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 021111 号

责任编辑: 李 颖

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010 - 82329127 (发行部) 010 - 82329008 (编辑部)

传 真: 010 - 82329024

网 址: www. chinalandpress. com 或 www. 中国大地出版社. 中国

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 24.75

字 数: 560 千字

版 次: 2008 年 3 月第 1 版

印 次: 2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1—2000 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80246 - 075 - 1/X · 13

定 价: 60.00 元

版权所有 · 侵权必究

前 言

本书是作者在长期教学中使用的、由原西南农业大学土壤农化分析教研室编写的多版《土壤农化分析》教材（未出版）基础上归纳改编而成。重点增加了土壤和植物中部分金属元素特别是重金属元素全量和活性水平、环境水样以及农副产品商品性检验测定等内容，其中，一些内容是作者长期教学和研究工作的总结。


在方法选择上尽量做到经典方法、标准方法、常规方法和快速方法相结合；同时，选择了一些已在一定范围内成功使用并获得认可的方法，对各种方法的优缺点、适用范围、测定条件和存在问题进行了较为详细比较，以利读者在进行测定方法选择时，根据情况选用。

在理论上，对各种分析方法测定原理、条件和测定注意事项的叙述力求做到规范、清晰、完整、易懂，但由于作者水平有限，书中难免存在的错误和不完善之处敬请读者谅解。

因篇幅关系，书中所涉及的各种大型精密分析仪器的设计原理、构造和使用方法并未作详细介绍，请读者参阅相关书籍和仪器说明书。

在本书完成编著出版之际，我怀着无比敬仰和感激的心情，对我国已故著名土壤学家，“土壤肥力生物热力学”理论创始人侯光炯教授表示深深的怀念；对长期以来悉心教导和帮助过我的江育璋、蒲富永、杨端、青长乐、沈世华老师等表示真挚的感谢和崇高的敬意。

在本书编写过程中，胡艳燕、郝进杰、王林学、侯捷、杨丽军、朱昌峰等参与了部分工作，在此一并致谢！



2008年2月于重庆北碚

目 录

绪 论	(1)
一、土壤分析目的和意义	(1)
二、肥料与植物样品的分析	(4)
三、环境样品的分析	(5)
四、样品分析的准确度和精密度	(6)
五、分析数据的表达和分析报告	(10)
六、土壤农化与环境监测实验室建设	(12)
七、一般分析技术概述	(13)
第一章 土壤样品的采集和制备	(18)
第一节 土壤样品的采集	(18)
一、剖面样品的采集	(18)
二、农化样品的采集	(19)
三、环境土壤样品的采集	(20)
第二节 土样的风干与制备	(20)
一、土样风干	(20)
二、样品的制备	(20)
第三节 土壤水分的测定	(21)
一、土壤吸着水含量的测定	(21)
二、土壤田间持水量的测定	(23)
第二章 土壤有机质的测定	(26)
第一节 概 述	(26)
一、土壤有机质的组成和性质	(26)
二、土壤有机质的含量	(26)
三、土壤有机质测定的目的和意义	(26)
第二节 土壤有机质的测定方法	(27)
一、干烧法和湿烧法 (经典方法)	(27)
二、重铬酸钾容量法 ($K_2Cr_2O_7 - H_2SO_4$ 法)	(27)

三、其他有机质测定方法	(34)
第三节 土壤腐殖酸的测定	(34)
第三章 土壤中氮素的测定	(37)
第一节 概 述	(37)
一、土壤中氮素的形态和含量	(37)
二、土壤氮素测定的目的和意义	(37)
第二节 土壤全氮的测定	(38)
一、测定原理	(38)
二、测定步骤	(42)
第三节 土壤有效氮的测定	(48)
一、简 述	(48)
二、土壤水解氮的测定	(49)
三、土壤硝态氮的测定	(51)
第四章 土壤全磷的测定	(54)
第一节 概 述	(54)
一、土壤中磷的形态及含量	(54)
二、测定目的和意义	(55)
三、土壤磷的分析项目	(55)
第二节 土壤全磷的测定	(55)
一、样品的前处理	(55)
二、磷的测定	(56)
三、测定步骤	(59)
第三节 土壤有效磷的测定	(61)
一、简 述	(61)
二、测定原理	(62)
三、测定步骤	(64)
第五章 土壤中钾的测定	(67)
第一节 概 述	(67)
一、土壤中钾的含量及形态	(67)
二、土壤钾的测定项目和测定意义	(67)
第二节 土壤全钾的测定	(68)
一、样品前处理	(68)
二、钾的测定	(69)

第三节 土壤速效钾的测定	(71)
一、简 述	(71)
二、 NH_4Ac ——火焰光度法（常规方法）	(72)
三、四苯硼钾比浊法	(72)
四、钾电极法	(74)
第四节 土壤缓效钾的测定	(75)
一、方法原理	(75)
二、操作步骤	(75)
三、结果计算	(75)
四、仪器与试剂	(75)
第六章 土壤阳离子交换性能的分析	(76)
第一节 概 述	(76)
一、分析目的和意义	(76)
二、阳离子交换性能主要分析项目	(76)
第二节 土壤活性酸（pH 值）的测定	(77)
一、简 述	(77)
二、电位法	(78)
三、比色法	(79)
第三节 土壤阳离子交换量的测定	(82)
一、简 述	(82)
二、非石灰性土壤交换量的测定	(84)
三、石灰性土壤交换量的测定	(87)
四、盐碱土壤交换量的测定	(90)
五、非石灰性土壤和石灰性土壤交换总量的测定（EDTA—铵盐速测法）	(90)
第四节 交换性盐基总量的测定	(91)
一、简 述	(91)
二、总和法	(91)
三、盖德洛依茨法（HCl 快速测定法）	(92)
第五节 土壤交换性盐基成分的测定	(93)
一、简 述	(93)
二、非石灰性土壤交换性盐基成分的测定	(93)
三、石灰性土壤交换性盐基成分的测定	(97)
四、盐碱土中交换性钠的测定	(98)

第六节 土壤交换性酸的测定	(98)
一、简 述	(98)
二、测定方法	(98)
第七章 土壤水溶性盐和碳酸盐的测定	(102)
第一节 概 述	(102)
一、土壤水溶性盐的概念	(102)
二、测定的目的和意义	(102)
三、水溶性盐的测定项目和方法比较	(103)
第二节 土壤水溶性盐总量的测定	(104)
一、干残渣法 (标准方法)	(104)
二、小液流法	(104)
三、电导法	(105)
第三节 土壤碳酸盐 (钙) 的测定	(109)
一、简 述	(109)
二、容量法	(110)
三、量气法	(111)
第八章 土壤无机粘粒化学组成系统分析	(114)
第一节 概 述	(114)
第二节 土壤无机胶体的制备	(115)
一、土壤胶体制备的方法原理	(115)
二、操作方法	(115)
第三节 胶体样品的熔融和硅、铁、铝的测定	(116)
一、测定原理	(116)
二、测定步骤	(116)
三、土壤硅铝铁率的计算	(119)
第九章 土壤无机元素组成的系统分析	(120)
第一节 概 述	(120)
第二节 土壤硅、铝、铁的测定	(121)
一、简 述	(121)
二、土壤全量硅、铝、铁的测定	(121)
三、土壤活性硅的测定	(121)
四、土壤易还原型和无定型铁的测定	(123)

第三节 土壤中钛的测定	(125)
一、测定的目的和意义	(125)
二、土壤中全钛的测定 (NaOH 熔融——二胺替吡啶甲烷比色法)	(127)
三、土壤样品中无定型 TiO_2 含量的测定	(128)
四、土壤可溶性钛的提取和测定	(129)
第四节 土壤中锰的测定	(132)
一、简 述	(132)
二、土壤中锰的主要测定项目	(132)
三、全量锰的测定	(133)
四、土壤易还原态锰的测定 (对苯二酚— NH_4Ac ——原子吸收分光光度法)	(133)
五、土壤交换性锰的测定 (NH_4Ac ——高碘酸钾比色法)	(134)
第十章 土壤微量元素有效性的测定	(136)
第一节 概 述	(136)
一、概 念	(136)
二、土壤微量元素有效性测定中一些需要注意的共同性问题	(137)
第二节 土壤有效硼的测定	(138)
一、简 述	(138)
二、姜黄素比色法	(139)
第三节 土壤有效铝的测定	(141)
一、简 述	(141)
二、催化极谱法	(142)
第四节 土壤有效铜、锌的测定	(143)
一、简 述	(143)
二、铜、锌——原子吸收光谱法	(144)
三、铜、锌——比色法	(145)
第十一章 土壤硒、汞、砷的测定	(148)
第一节 土壤中硒的测定	(148)
一、简 述	(148)
二、测定的目的和意义	(149)
三、土壤全硒的测定——催化极谱法	(149)
四、土壤全硒的测定——共价氢化物原子荧光分光光度法	(151)
五、土壤水溶性硒的测定	(152)
六、环境水样中硒的测定	(153)

第二节 土壤和环境水样中汞的测定·····	(154)
一、土壤总汞的测定·····	(155)
二、环境水样中汞的测定·····	(158)
第三节 土壤及环境中砷的测定·····	(160)
一、土壤中总砷的测定·····	(161)
二、土壤有效性砷的测定·····	(167)
第十二章 土壤机械分析 ·····	(171)
第一节 基本概念与分析意义·····	(171)
第二节 土壤机械分析的方法原理·····	(171)
一、司笃克司 (Stokes) 定律·····	(172)
二、应用司笃克司定律的条件·····	(172)
三、土粒的分散原理·····	(173)
第三节 分析方法·····	(174)
一、样品的处理与砂粒的测定·····	(174)
二、<0.25mm 各级土粒的测定·····	(174)
三、仪器与试剂·····	(179)
第十三章 土壤理化性质田间速测法 ·····	(182)
第一节 土壤速效养分速测法·····	(182)
一、土壤待测液的制备·····	(182)
二、铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 的测定·····	(182)
三、硝态氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) 的测定·····	(183)
四、速效钾 (K^+) 的测定·····	(183)
五、速效磷 (P) 的测定·····	(184)
六、药品配制·····	(184)
第二节 土壤容重的测定·····	(185)
第三节 土壤质地手测法·····	(187)
一、原理·····	(187)
二、测定方法·····	(187)
三、注意事项·····	(188)
第十四章 化学肥料的测定 ·····	(189)
第一节 概述·····	(189)
一、化学肥料的种类、特点·····	(189)

二、化学肥料的标准·····	(189)
三、化学肥料检测的基本程序·····	(192)
第二节 氮素肥料的测定·····	(196)
一、简 述·····	(196)
二、碳酸氢铵的测定 (GB3559-2001) ·····	(196)
三、氯化铵的测定 (GB2946-92) ·····	(199)
四、氨水中含 N 量的测定 (快速滴定法) ·····	(205)
五、硝酸铵的测定 (GB2945—1989) ·····	(206)
六、酰胺态氮肥——尿素的测定 (GB2440-1991) ·····	(209)
第三节 磷素肥料的测定·····	(215)
一、过磷酸钙的测定 (HG2740-1995) ·····	(217)
二、钙镁磷肥的测定 (HG2557-1994) ·····	(224)
三、磷矿粉的测定·····	(227)
第四节 化学钾肥的测定·····	(229)
一、氯化钾的测定 (GB6549-1996) ·····	(229)
二、硫酸钾的测定·····	(234)
三、窖灰钾肥的测定·····	(237)
第五节 复混(合)肥料的测定 ·····	(238)
一、混成复合肥料组成定性鉴定·····	(239)
二、混成复合肥料中总氮含量的测定——蒸馏法·····	(241)
三、混成复合肥料中有效磷含量的测定——磷钼酸喹啉重量法·····	(243)
四、混成复合肥中钾含量的测定——四苯硼钾重量法·····	(249)
五、混成复合肥料中水分的测定·····	(251)
六、化成复合肥料——磷酸二氢钾的测定·····	(252)
第十五章 有机肥料的测定 ·····	(257)
第一节 概 述·····	(257)
一、有机肥料的组成和特点·····	(257)
二、有机肥料样品的采集和制备·····	(258)
第二节 有机肥料中氮的测定·····	(259)
一、全氮的测定·····	(259)
二、速效氮的测定·····	(261)
第三节 有机肥料中磷的测定·····	(263)
一、全磷测定——钒钼黄比色法·····	(263)

第四节	有机肥料中钾的测定	(265)
一、	全钾测定——火焰光度法	(265)
二、	草木灰中钾的测定——四苯硼钠重量法	(266)
第五节	腐殖酸类肥料原料及成品分析	(267)
一、	原料或成品中总腐殖酸含量的测定(燃化部方法)	(267)
二、	原料和成品中游离腐殖酸的测定	(269)
三、	腐殖酸原材料及成品中常量元素的测定	(269)
四、	原料及成品中pH值的测定	(270)
第六节	有机肥料及有机无机复合肥料总碳量的测定	(270)
一、	测定的目的和意义	(270)
二、	测定方法	(271)
第七节	有机肥料中金属元素的测定	(274)
一、	简 述	(274)
二、	以有机成分为主的样品前处理和测定	(275)
三、	高无机组分样品的前处理和测定	(279)
第十六章	植物样品的元素测定	(281)
第一节	概 述	(281)
一、	植物样品的采集	(281)
二、	植物样品的处理和制备	(282)
三、	植物样品分析方法选择	(282)
第二节	植物中全氮、磷、钾的测定	(282)
一、	植物体内全氮及粗蛋白质含量的测定	(283)
二、	植物样品中全磷的测定(钒钼黄比色法)	(287)
三、	植物中全钾的测定——火焰光度法	(287)
第三节	植物中量及微量元素的测定	(288)
一、	简 述	(288)
二、	植物样品的前处理	(289)
三、	钙、镁、铜、锌、铁、锰的测定	(290)
四、	硼、钼、硒、铝的测定	(294)
五、	铅、镉、铬、汞、砷的测定	(300)
六、	钛的测定(硫酸氢钠助灰化——二胺替吡啶甲烷比色法)	(302)
七、	氯和硫的测定	(304)

第十七章 农副产品品质分析	(310)
第一节 概 述	(310)
第二节 粮食、油料产品中水分的测定	(310)
一、简 述	(310)
二、一次烘干法	(311)
三、高水分种子样品的测定——二次烘干法	(311)
第三节 蛋白质、脂肪、淀粉、糖酸、Vc 含量的测定	(312)
一、蛋白质的测定	(312)
二、植物籽实中粗脂肪的测定 (脱脂残余法)	(313)
三、植物性样品中糖类物质的测定	(315)
四、植物样品中淀粉、粗纤维素含量的测定	(325)
五、水果、蔬菜中抗坏血酸 (维生素 C) 的测定	(330)
六、水果和蔬菜中总酸度的测定	(334)
第十八章 果品分析	(336)
第一节 概 述	(336)
一、果品检验的主要内容	(336)
二、果品检验的样品采集	(336)
第二节 感官分析	(337)
一、感官实验室建设	(337)
二、感官检验的一般标准	(338)
第三节 理化品质分析	(344)
一、干果 (桂圆、荔枝、葡萄干、柿饼) 中水分的测定	(344)
二、水果、蔬菜产品干物质和水分含量的测定 (ISO1026—1982)	(345)
三、水果中可溶性总固形物的测定	(347)
四、水果中总糖及还原糖的测定	(348)
五、水果中可滴定酸的测定——滴定法	(348)
六、干果 (桂圆、荔枝、葡萄干、柿饼) 中总酸的测定	(348)
七、水果 pH 值的测定	(348)
八、水果中抗坏血酸含量的测定 (2, 6 - 二氯靛酚滴定法)	(349)
九、水果、蔬菜产品粗蛋白的测定	(349)
十、水果、蔬菜的总灰分、总灰分碱度和水溶性灰分的碱度测定 (标准 ISO5520 - 1981)	(349)
第四节 果蔬产品中重金属和有害组分分析	(351)
一、果蔬产品中镉、汞、铅、砷的测定	(351)

二、果蔬产品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定	(351)
附表	(357)
附表1 常用元素的原子量表 (1977)	(357)
附表2 常用基准试剂的称量和处理方法	(358)
附表3 常用浓酸、浓碱的浓度 (近似值)	(358)
附表4 酸碱指示剂	(359)
附表5 氧化还原指示剂	(360)
附表6 络合指示剂	(361)
附表7 常用标准溶液的配制	(362)
附表8 不同组成的换算因数	(367)
附表9 常用量器的规格及精密度	(369)
附表10 土壤分析的允许误差	(369)
附表11 主要化学肥料的组成及含量	(370)
附表12 绿肥养分含量表	(372)
附表13 主要动物肥料养分含量表	(373)
附表14 主要饼肥养分含量表	(374)
附表15 相当于氧化亚铜质量的葡萄糖、果糖、乳糖、转化糖质量表	(374)
参考文献	(382)

绪 论

气候、土地、生物（植物、动物和微生物）是构成农业资源的三大主体，它们的集合及其表现，决定了农业资源环境质量的优劣。土壤作为土地构成的首要元素，本身是气候、岩石、地形、生物、历史的综合产物，它的质量好坏，在一定程度上反映了农业资源环境条件；而土壤的存在、特点、演化，反过来也对农业资源环境起着极其重要的影响作用。从人类生存的角度，人们以土地为主要载体，以优质高产为目的，从农业资源环境中不断地获取农业产品，在以获取农业产品的各种农事活动中，所有的技术措施，特别是施加于土地的各种物质（肥料、农药等），不但改变了植物产品的产量和品质，同时，也对农业资源环境本身造成了重大影响。目前，全世界所面临的土壤严重退化问题，在很大程度上归结于农业对土壤资源的不合理使用。怎样才能获得农业产品优质高产的同时，避免因土壤退化所导致农业资源环境变劣，取决于能否准确地掌握构成农业资源各要素特点，并在此基础上合理地利用。

一、土壤分析目的和意义

（一）土壤的定义

从土壤学理论角度，对土壤本身具有代表性的定义有以下几种，① Hall（1949）提出：“土壤是一个由固相、液相和气相组成的三相混合物，并处于持续不断的动态平衡当中。”② 美国农业部《土壤测量手册（1951）》给土壤下的定义是：“土壤是气候、生物等因素在较长时间内对土壤母质作用下形成的具有不同性质的自然界的综合体，是地球表面能够生长植物的那一部分。”③ “土壤发生学”观点认为，土壤是由地球表面的岩石风化物（母质）在气候、地形、生物和时间“五大成土因素”共同作用下形成的特殊产物。④ 我国土壤学家侯光炯在“土壤肥力生物热力学”理论中对土壤进行定义时提出，土壤的形成并不是由岩石碎屑或残体与有机物质的机械混合物，也不是具有细胞和器官的生物，土壤是由以岩石碎屑为主体的无机物、有机物通过微生物和各种酶类，在复杂的生物化学过程中形成的特殊复合体，称为“类生物体”，这种复合体在外界环境影响下，能产生有节奏的响应变化，且具有明显的生理功能，具体表现在两个方面——明显的代谢功能和自动调节热、水、气、肥四因素的能力；而这种功能的物质基础是土壤中的有机无机复合胶体，主导因素是太阳辐射能。

显然，上述各种对土壤的定义，阐明了一种基本观点，即：土壤并非岩石碎屑或残体和有机体的机械混合物，也不能将土壤视为实验室容器中的一种物质。特别是在野外，土

壤是具有形状、体积、边界、物质运移、贮存、自我平衡、转化,以及生产性等性能的自然和人为的综合体。但是,从土壤基本成土过程、成土主导因素和土壤基本功能方面,不同定义之间存在较大的差异;其中,美国农业部所给出的定义强调土壤的植物生长性能;而“土壤发生学”则突出土壤形成、演化进程和方向以及土壤性质特点与成土环境因素的密切关系;“土壤肥力生物热力学”则将土壤定义为一种具有类似生物特殊功能的“类生物体”,它在太阳辐射能的主导下,代谢功能和自动调节水、热、气、肥能力的强弱取决于“有机无机复合胶体”的数量和品质。

(二) 土壤分析的目的

对任何一个土壤样本都可能有各种不同的分析目的。或者为了解这种土壤适不适合种植某种作物;或者为了解土壤生产力水平的高低;或者为明确土壤在作物种植过程中应该施用什么肥料,施用多少肥料,肥料比例应为多少;或了解应对土壤采取何种改造措施,以及各种措施以后对土壤肥力因素、营养状况产生了什么影响。在对土壤本身的基础研究中,分析目的有时也会为了探索土壤的起源,确定土壤的发育进程和方向。在土壤调查中,为了对土壤进行分类分区;或为调查了解某种物质的地球化学特征和规律;某种物质在土壤中是否存在或含量有多少;或研究环境变化对土壤的影响或土壤本身的环境质量等等目的而将土壤送入实验室分析。

根据分析目的不同,土壤分析的项目、频度、分析方法和分析精密度要求有很大的差异,了解这一点对土壤分析工作特别重要。例如,在土壤营养因素、肥力水平或适应性调查研究中,普通的分析测试项目可能以经常性的咨询为目的,对此,样品的分析频度虽然很大,但分析精密度可能并不需要很高,分析工作的快速性和适时性也许更加重要;有人将普通土壤样本 pH 测定精密到小数后两位甚至三位,这不但困难而且根本没有必要;同样,对土壤有效养分来说, $5\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 或 $6\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 有效磷含量对作物供磷水平几乎没有差别,因此,有效磷测定只要准确整数位就已经足够,而没有必要将测定结果精密到小数后两位。反之,在土壤调查、土壤发生、演化、分类工作中,土壤物质和行为研究中,分析工作虽仍然普通而必须,但是,如果土壤图中要求对某种特殊土壤如盐碱土有图解时,或需要研究土壤中某些特殊机理和形成原因时,或某种物质在土壤中的形态、转化和在土体中的分布时,就要求特殊的分析工作和系统的精度了;试想,要了解根际土壤的生物环境和物质特点,以及根系分泌物对土壤的影响,采用常规的土壤采集方法和经常性测定项目是很难取得可用的结果。

请读者牢记,不管土壤是因为什么目的要被分析,都必须在分析前做好分析计划。这包括要做什么测定,为什么要做这些测定,这些测定要求多高的精度,选择什么样的测定方法。一个研究者应该有其独立的分析方法而不仅仅是将现有的操作方法照单演示一遍,也就是说研究者除必须具有分析理论基础,掌握各种方法原理、要求和适用范围外,在确定分析方法,特别是一些非常规项目测定方法时,还应该从自己的研究目的出发,设计独特的,或有针对性改进的测定方法,而不是在书本上众多的方法中随便选择一种。

(三) 土壤分析的主要内容

随着土壤学本身研究的深入,以不同目的的分析项目已远远超出了经典土壤分析项目内容,具体归纳如下:

(1) 土壤物质构成分析:以元素及其构成物为主的测定项目。如 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 TiO_2 、粗有机质、腐殖质、各种腐殖酸含量、土壤粘土矿物、土壤水分或土壤三相构成;

(2) 土壤养分分析:包括全 N、P、K 水平和有效 N、P、K 水平;各种中、微量元素全量及有效态含量;

(3) 土壤性质的分析:包括与土壤发育特征及养分特征相关的,如 pH 值、阳离子交换量、盐基饱和度、交换酸、水溶性盐(或电导率);土壤比重、容重,土壤机械性质,土壤团粒构成等;

(4) 土壤环境特征分析:土壤中重金属元素的全量水平和活性含量水平,土壤农药残留量,以及各种已知污染物质含量高低,土壤气相组成等。

上述项目分类并非严格意义上的划分,实际上许多测定项目具有多方面的意义。例如,有机质既是构成土壤的基本成分,也是土壤养分或土壤肥力的基础,特别是在“土壤肥力热力学”理论前提下,有机质水平和质量强烈地影响到“类生物体”的物质基础,即有机—无机复合体的形成;P、K 即是土壤矿物的组成元素,也是植物主要养分的来源;砂粒、粉砂粒、粘粒含量比例在很大程度上影响到土壤三相构成,同时,它也决定了土壤的机械性质;一些微量元素,在低水平时,从营养角度看,不但是作物必需的养分,且常常导致作物低产或品质变劣,但超过一定含量,则会带来环境问题和农产品安全问题。

需要特别强调的是关于土壤有效(或活性)养分的测定问题。土壤养分(营养元素)有效性含量的高低,在土壤分析中具有特殊的意义,同时也是土壤分析中最难解决的问题。营养元素的释放率是土壤—营养—作物关系中最基本的因素,而调节营养素释放的过程包括离子扩散,物质流动,表面反应和有机质的矿化。一般情况下,植物以水为介质,利用根系从土壤界面上获取物质,不管这些物质是主动或被动获取,首先取决于物质本身能否在根、土界面之间运移。以土壤氮素为例,除少量 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 和氨基酸中的氮外,90% 以上的氮作为结构性组分存在于土壤有机质中,这些有机物质可能由于本身具有稳定的、复杂的大分子结构,或非水溶性,或与土壤矿物粘粒紧密结合而很难在根、土界面间溶解运移,其中的氮素在短时间内并不能被植物获取;这意味着即使土壤有较高的总氮含量,但真正能供植物吸收利用的量可能并不多。又如,土壤磷素多以难溶性矿物或有机态存在,能被植物吸收的部分取决于土壤条件下各种含磷矿物处于溶解——固定平衡下的正磷酸根的量,与总磷量相比,这部分磷不但数量极少,而且强烈地受到土壤矿物的组成、风化度,土壤水分含量、pH 值、氧化还原条件,土壤温度、微生物区系组成和活性等因素的影响。再如,土壤全铁水平大多超过 1%,但在碱性(或石灰性)土壤中,铁的有效性极低,对某些植物来说,缺铁的症状时有发生,反之,酸性土壤上缺铁的例子则不多见。上述例子表明,植物从土壤中获取的大多数物质取决于一定时间内能在根、土界