

测土配方施肥指南

CE TU PEI FANG SHI FEI ZHI NAN

主编 崔增团 顿志恒



甘肃科学技术出版社

测土配方施肥指南

CE TU PEI FANG SHI FEI ZHI NAN

主编 崔增团 顿志恒



图书在版编目 (CIP) 数据

测土配方施肥指南 / 崔增团, 顿志恒主编. -- 兰州 :
甘肃科学技术出版社, 2014.5
ISBN 978-7-5424-1981-1

I. ①测… II. ①崔… ②顿… III. ①土壤肥力—测定法②施肥—配方 IV. ①S158.2②S147.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第 088558号

出版人 吉西平
责任编辑 陈 槟 (0931-8773230)
封面设计 蔡志文
出版发行 甘肃科学技术出版社(兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)
印 刷 甘肃北辰印务有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 21
插 页 1
字 数 488 千
版 次 2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷
印 数 1~1 000
书 号 ISBN 978-7-5424-1981-1
定 价 48.00 元

目 录

第一章 基础知识	(1)
第一节 土壤学基础知识	(1)
第二节 土壤野外研究与土壤剖面描述	(10)
第三节 植物必需的营养元素	(30)
第四节 常见肥料及性质	(42)
第二章 测土配方施肥技术	(54)
第一节 测土配方施肥技术概述	(54)
第二节 测土配方施肥技术原理	(55)
第三节 测土配方施肥技术遵循的原则	(58)
第四节 测土配方施肥技术路线	(58)
第三章 野外调查技术与方法	(62)
第一节 农户施肥调查与评价	(62)
第二节 田间基本情况调查与评价	(64)
第四章 样品采集与测试	(72)
第一节 样品采集与处理	(72)
第二节 化验室建设	(79)
第三节 样品化验项目与方法	(86)
第五章 田间试验示范设计	(97)
第一节 田间试验作用	(97)
第二节 田间 3414 试验布设与管理	(102)
第三节 3414 试验数据分析与指标体系建立	(107)
第四节 田间试验方案编写	(112)
第五节 田间种植计划书编写	(119)
第六节 田间试验报告编写格式	(122)
第六章 配方设计	(123)
第一节 区域性施肥指标体系的建立	(123)
第二节 基于田块的配方设计	(127)
第七章 耕地质量评价	(133)
第一节 耕地质量评价与资源信息系统概述	(133)
第二节 耕地质量评价与信息系统资料收集	(136)

第三节	数据库建立	(140)
第四节	耕地地力评价程序与方法	(145)
第八章	项目进度统计	(155)
第一节	进度统计管理系统的操作方法	(155)
第二节	进度统计指标及格式	(157)
第九章	主要粮食作物测土配方施肥技术	(168)
第一节	小麦测土配方施肥技术	(168)
第二节	玉米测土配方施肥技术	(170)
第三节	马铃薯测土配方施肥技术	(172)
第十章	主要经济作物测土配方施肥技术	(173)
第一节	棉花测土配方施肥技术	(173)
第二节	油菜测土配方施肥技术	(175)
第三节	大豆测土配方施肥技术	(177)
第四节	向日葵测土配方施肥技术	(178)
第五节	甜菜测土配方施肥技术	(180)
第十一章	主要蔬菜作物测土配方施肥技术	(183)
第一节	茄果类蔬菜测土配方施肥技术	(183)
第二节	瓜类蔬菜测土配方施肥技术	(186)
第三节	豆类蔬菜测土配方施肥技术	(188)
第十二章	果树测土配方施肥技术	(190)
第一节	苹果、梨测土配方施肥技术	(190)
第二节	桃树测土配方施肥技术	(193)
第十三章	主要药用植物科学施肥技术	(196)
第一节	根、根茎类药用植物营养特点与施肥技术	(196)
第二节	花类药用植物营养特点与施肥技术	(221)
第三节	果实、种子类药用植物营养特点与施肥技术	(225)
第四节	全草类药用植物营养特点与施肥技术	(228)
第五节	皮类药用植物营养特点与施肥技术	(232)
附录:		
1.	测土配方施肥技术规范	(234)
2.	登记肥料肥效试验技术规程	(258)
3.	测土配方施肥效果评价技术方案	(262)
4.	测土配方施肥项目统计上报单位编码表	(284)
5.	农作物分类表	(310)
6.	常见肥料品种表	(316)
7.	测土配方施肥项目县级化验室仪器设备	(318)
8.	测土配方施肥县级化验玻璃器皿规格与数量	(323)
9.	测土配方施肥项目县级化验室建设药剂配置规格与数量	(329)

第一章 基础知识

第一节 土壤学基础知识

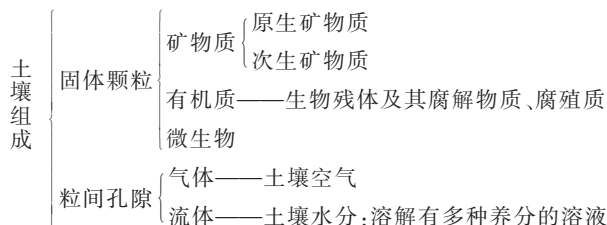
一、土壤及基本组成

(一)土壤的基本概念

土壤是指覆盖于地球陆地表面,具有肥力特征的,能够生长绿色植物的疏松物质层。其具有以下四大特征:①具有一定的物质组成——固、液、气三相;②具有自己形成和发育的过程——由生物、气候、地形、时间等自然因素和人类活动综合作用下的产物;③具有独特的三维空间——土壤剖面 and 土体结构;④具有一定的肥力——能够生长绿色植物(本质特征)。

(二)土壤的基本物质组成

土壤是由固相、液相、气相物质组成的疏松多孔体,一个性状良好的表(耕)层土壤其固、液、气三相比例以 2:1:1 为宜。其物质组成可用下图表示:



土壤三相物质共同构成了一个互相联系、互相制约、不断运动的统一体。三相物质的比例关系及其运动变化对土壤肥力有着直接影响,它们是土壤肥力的物质基础。

二、土壤提供营养元素

一般包括 N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Cu、B、Zn、Mo、Se、Mn、I、Cl 等元素。O、C 和 H 虽然也是植物生长发育所需的养分,但它们主要由空气供给,故不作为土壤营养元素。Na、Si、Co、Ti 等为某些植物生长发育所必需的元素,它们是土壤营养元素。

营养元素在土壤中的存在状态决定其对植物的有效性,一般说只有离子态的营养元素才能被植物吸收利用。已知有 16 种化学元素是植物生长所必需的。它们被划分为非矿质营养元素和矿质营养元素两大类。

(一)非矿质营养元素

非矿质营养元素,包括碳(C)、氢(H)和氧(O)。这些养分存在于大气和水中。它们被用于光合作用,如:光合作用的产物在植物生长中起着很大作用。二氧化碳、水或光不足都会降阻碍物生长。但由于用于光合作用的水的数量很少,在水分低到足以影响光合速率之前,植物早就显示出缺水症状。

(二)矿质营养元素

来自土壤的 13 种矿质营养元素,可划分成三类:大量营养元素、中量营养元素和微量营养元素。

(1)大量营养元素 氮(N),磷(P),钾(K)。

(2)中量营养元素 钙(Ca),镁(Mg),硫(S)。

(3)微量营养元素 硼(B),氯(Cl),铜(Cu),铁(Fe),锰(Mn),钼(Mo),锌(Zn)。

由于作物对大量营养元素的利用率高,这些元素通常先在土壤中出现短缺。中量营养元素和微量营养元素的利用量小,很少表现出缺素症状。但对完整的土壤肥力来说,它们和大量营养元素一样重要。无论何时何地作物需要它们时,作物必须得到它们。

三、土壤质地和结构

土壤质地是由沙粒、粉粒和粘粒在土壤中的数量决定的。土壤颗粒越小越接近黏粒,越大越接近沙粒。例如:沙粒含量高的土壤,按质地被分类为“沙土”;当土壤中存在少量的粉粒或黏粒时,该土壤不是“壤质沙土”就是“沙质壤土”;主要由黏粒组成的土壤为“黏土”;当沙粒、粉粒和黏粒在土壤中的比例相等时,该土壤称作“壤土”。

(一)土壤的 12 种质地类型

土壤质地和结构影响生长中的植物能够获得的空气和水分的数量。土壤颗粒大小的重要性在于两方面:一方面,较小的土壤黏粒比大的沙粒更紧密地结合在一起。这意味着空气和水占据的孔隙较少。另一方面,小土壤颗粒比大土壤颗粒具有更大的表面积。例如,最大的黏土颗粒的表面积是最小的沙粒表面积的 25 倍。随着土壤表面积的增加,其吸附或保持的水量也相应增加。

于是,由于沙土孔隙空间较大,水分能够自由地从土壤中排出,故沙土保持的水很少,黏土吸附相对大量的水分,而且黏土的小孔隙能够克服重力而保持水分。虽然黏质土壤比沙质土壤的持水量大,但并不是所有的水分都对生长中的植物有效。黏土和那些有机质含量高的土壤比沙土保持的水分更紧固,这意味着其中的无效水分较多。所以,尽管黏质土比沙质土保持有更多的水分,但其中无效部分较多。

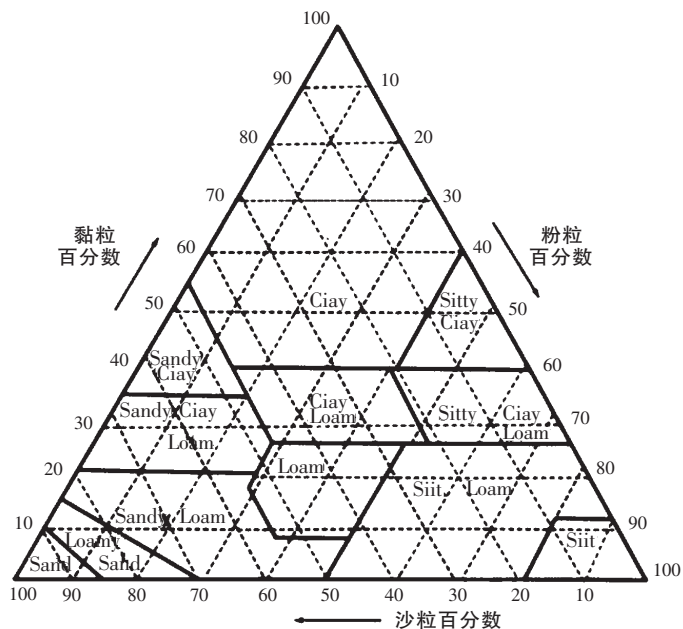


图 1-1 土壤沙粒、粉粒和黏粒含量构成的质地类型示意图

(二)田间持水量和永久凋萎含水量

“田间持水量”这一术语是指在重力水流停止后土壤中保持的水量。用重量百分比表示。作物永久萎蔫后土壤的含水量称作“永久凋萎含水量”。虽然这时仍然有水,但其被土壤紧紧吸持,植物无法利用。对生长中的植物来说,土壤有效水是指土壤在田间持水量与永久凋萎含水量之间所含的水量。下图表明了土壤有效水随土壤质地的变化。

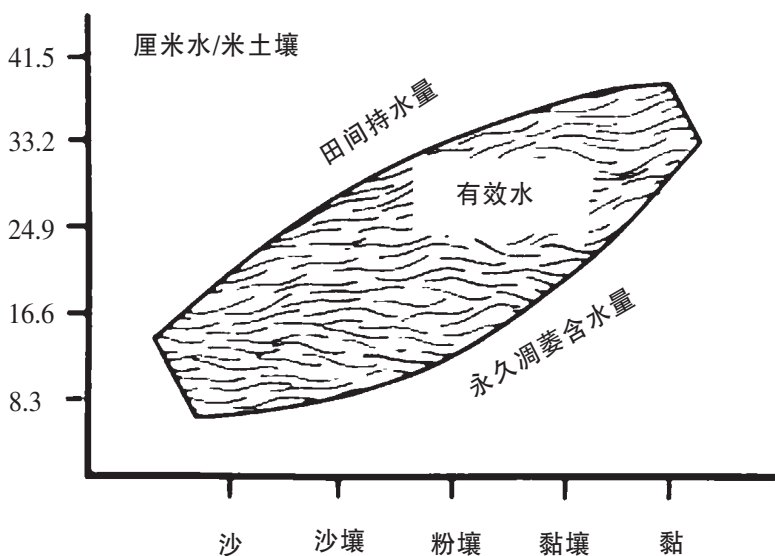


图 1-2 土壤质地和土壤有效水的关系

沙质土壤不能储存像黏质土壤那么多的水分,但其中有效水的百分比较高。因而如图所示,在土壤质地和有效水间不存在固定不变的关系。

细质地土壤(如黏土)易被压实。这便减少了土壤孔隙空间,限制了空气和水在土壤中的移动,这使大量降雨变为径流。即使在高降雨量的情况下,也将出现缺水问题。黏土湿时很黏,干时则形成硬块。因此,耕作时和施用液氮时适宜的土壤含水量极为重要。

沙质土壤由于保持水分少而天生易干旱。沙土结构松散,不像黏土那样易压实,因此易于耕作。但是,含有大量极细沙粒的土壤也易于被压实。

粉粒含量高的土壤通常是土壤结构最差的土壤。粉粒极紧密地结合在一起,极易被压实。

良好的管理能保持或改善良好的土壤结构。土壤团粒的大小和形状决定土壤结构的质量。最好的土壤结构是具有团聚颗粒的块状和粒状结构,这样空气和水分能够自由移动。

土壤结构强烈地影响根系和地上部的生长。当土壤较紧实时,大孔隙比例下降,根系生长停顿,产量下降。

(三)作物生产的理想土壤

土壤质地和有机质含量适中,以便使空气和水分容易滚动;有足够的黏粒可以保存土壤水分;土深且渗透性强,以及肥力充足;一个适于根系深扎以便吸收水分和养分的环境。

四、土壤理化性状

(一)土壤密度和比重

单位容积的固体土粒(不包括粒间孔隙)的质量,叫做土壤密度(soil density),单位是 g/cm^3 。土壤密度用于计算土壤孔隙度、三相比例和各级土粒的沉降速度,估计土壤的矿物组成等。土壤密度与水密度(4°C 时)之比,叫做土壤比重(soil specific gravity),无量纲。由于 4°C 时水的密度为 1g/cm^3 ,所以土壤密度和土壤比重的数值相等,只是密度有单位,而比重无单位。在以前的大多数土壤学教科书中,习惯上把这两者混用了,但采用土壤密度更为确切。

土壤密度值的大小,主要取决于土粒矿物成分和腐殖质含量。土壤中多数矿物的密度在 $2.6\sim 2.7\text{ g/cm}^3$ 。由于土壤腐殖质含量一般只有百分之几,所以,土壤的密度取决于矿物质组成。一般土壤表层有机质含量较高,土壤密度稍低,在土壤剖面的一定湿度范围内,随土层深度的增加有机质含量降低,土壤密度增加。由于土壤密度测定比较繁琐,加之土壤密度变化不太大,所以常取 2.65 g/cm^3 。

(二)土壤容重

土壤容重(soil bulk density),也称假比重,是指单位容积土壤(包括孔隙)的烘干重。通常以 g/cm^3 或 t/m^3 为单位。假设土壤是个实心体,内部没有孔隙,那么它的容量值和密度值就一样了。但是,土壤中总是有孔隙的,土壤容重值总是比密度值要小。影响土壤孔隙的因素很多,致使孔隙体积的变化范围很大,因此,土壤容重的变化也比较大,大致在 $0.9\sim 1.7\text{ g/cm}^3$ 变动。

土壤容重的数值大小,受土壤质地、结构和松紧度等的影响。疏松多孔土壤,单位体积的质量(容重)低于那些较紧实的土壤;沙质土颗粒接触紧密,虽然孔隙较粗,但数目少,其容重较大,有机质含量低的沙质土尤其如此;相反,黏质表土颗粒排列的不是那么紧密,这是由于表土土粒团聚得比较好,其中有机质是土粒团聚的重要条件之一,团聚化作用有助于创造一个松软多孔的土壤条件,结果容重值低。

表层的黏质土容重通常可在 $1.00\sim 1.60\text{g/cm}^3$ 变化,其变化依条件而定,沙质土容重可在 $1.20\sim 1.80\text{g/cm}^3$ 之间变化。表土以下随剖面深度的增加,容重有明显增加的趋势。这是由于随深度的增加,有机质含量减少,团聚作用降低,根的穿透力减弱以及因覆盖层重量的增加使得紧实度相应增加所造成的。

土壤容重在实际工作中用处较多:第一,根据土壤容重与密度计算出土壤孔隙度;第二,根据土壤容重大小推知土壤松紧与孔隙状况,作为判断土壤肥力的指标之一;第三,计算出一定面积与厚度的土壤质量,从而算出其中水分、养分等含量,作为灌水、施肥等方面的依据。

1.反映土壤的松紧度 土壤松紧度是指土壤疏松和紧实、松软和板硬的状况。土壤松紧度也是孔隙性质的具体表现形式之一。土壤容重过大,表明土壤紧实,结构不良,不利于透水、通气、植物扎根,并会造成氧化还原电位(EO)值下降,会出现各种有毒物质和不利于养分的释放。土壤容重小,表明土壤疏松多孔,结构性良好,如果土壤容重太小,大孔隙数量多,气体通畅又会促使有机质加速分解,也会使植物根系扎不牢,而易倒伏。

各种作物对土壤松紧度有一定的要求,一般来说,旱田耕层土壤容重在 $1.1\sim 1.38\text{g/cm}^3$ 的范围内能适应多种作物生长发育的要求,对于沙质土壤来说,适宜的容重数值可高些,而对于富含腐殖质的黑土来说则可适当低些。

2.计算土壤质量 每亩或每公顷的耕层土壤有多少质量,是经常用到的一个参数,可根据面积和耕层深度所决定的土壤体积,再根据土壤平均容重来计算;同样,要计算在一定面积土地上挖土或填土质量的多少,也要根据土壤容重来求得。

[例 1]计算每亩耕层(0.2m 厚)的土壤质量,假设土壤容重为 1.15t/m^3

$$\begin{aligned}\text{每亩土壤质量} &= \text{面积} \times \text{深度} \times \text{容重} \\ &= 667 \times 0.2 \times 1.15 = 150\text{t} (15 \times 10^4\text{kg})\end{aligned}$$

所以,我们通常按每亩耕层土壤质量 150t,即以 $15 \times 10^4\text{kg}$ 计。

(三)土壤胶体和离子

土壤随着风化过程形成,一些矿物和有机质被分解成极细小的颗粒。化学变化进一步使这些颗粒缩小后,肉眼便看不见。这些最细小的颗粒叫做“胶体”。科学家们已经了解到,矿物黏土胶体为片状结构,其性质上为晶体。在多数土壤中,黏土胶体在数量上超过有机胶体。胶体在土壤的化学反应中起主要作用。土壤母质和风化程度决定土壤中黏粒的类型。既然土壤胶体是由这些黏粒衍生而来,其反应性也受到土壤母质和风化作用的影响。

每一胶体(黏粒和有机质)带静负电荷。电荷是在其成土过程中产生的。这就是说它能够吸引和保持带正电的颗粒,就像磁铁不同的两极相互吸引一样。胶体排斥其他带负电的颗粒,就像磁铁相同的两极相互排斥一样。

带电荷的元素叫做“离子”。钾、钠、氢、钙和镁都带正电荷。它们被称作“阳离子”,它们可以写成离子形式,如表 1-1 所示。注意一些阳离子带一个以上的正电荷。

表 1-1 普通土壤阳离子及其化学符号和离子形式

阳离子	化学符号	离子形式
钾	K	K^+
钠	Na	Na^+
氢	H	H^+
钙	Ca	Ca^{2+}
镁	Mg	Mg^{2+}

带负电荷的离子为阴离子,如硝酸根、硫酸根离子等。表 1-1-2 为一些常见阴离子。

表 1-1-2 普通土壤阴离子及其化学符号和离子形式

阴离子	化学符号	离子形式
氯	Cl	Cl^-
硝酸根	N	NO_3^-
硫酸根	S	SO_4^{2-}
磷酸根	P	PO_4^{3-}

带负电荷的胶体吸引并保持阳离子,就像一块磁铁吸住金属小片一样。胶体的这种特性解释了硝态氮(NO_3^-)比铵态氮(NH_4^+)更易从土壤中淋失的原因。像土壤胶体一样,硝态氮带一个弱负电荷。所以,硝酸根不能被土壤保持,它作为自由离子保留在土壤水中,故在一些降雨条件下和某些土壤中,它通过土壤剖面被淋失。这个概念表示如图 1-3:

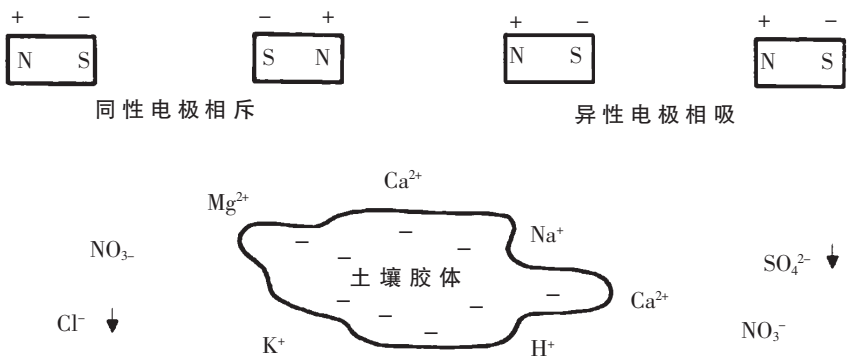


图 1-3 阳离子吸附土壤黏粒和有机质,阴离子受到排斥

(四)阳离子交换量(CEC)

被土壤胶体保持的阳离子可被其他阳离子取代。这就是说他们是可交换性的。钙可被交换为氢或钾,反之亦然。土壤能够保持的可交换性阳离子的总量(土壤所带负电荷的总量)称作土壤的“阳离子交换量”(CEC)。土壤的 CEC 越高,它能保持的阳离子越多。土壤保持可交换性 K^+ 和其他阳离子的能力各不相同。CEC 取决于土壤中存在的黏土和有机质的类型和数量。例如,黏粒含量高的土壤比粘粒含量低的土壤能够保持更多的可交换性的阳离子。同样,CEC 随土壤有机质的增加而增加。

土壤 CEC 可以每 100 克土壤中的毫克当量数表示,计作 meq/100g。这样表示的唯一

原因是表明黏粒和有机质的相对 CEC。黏土矿物的 CEC 值通常在 10 至 150meq/100g 之间。有机质的 CEC 在 200 至 400meq/100g 之间。所以,黏土和有机质的类型及数量极大地影响土壤的 CEC 值。

在土壤高度风化、有机质含量低的地区,CEC 值较低。土壤风化程度低、有机质含量通常较高,CEC 值可能很高。CEC 值高的黏质土壤能保持大量的阳离子,防止由于淋洗作用引起的潜在损失。CEC 值低的沙质土壤只能保持少量的阳离子。正因如此,施肥时间和施肥量在规划施肥计划中占据重要地位。例如,在秋季给极沙性的土壤施钾肥以供来春作物利用的做法可能不明智,特别是在秋雨和冬雨量高的地区。但是,在 CEC 高的土壤上,便可以在秋季一次性安全地施用足够的供后茬一、二季作物利用的钾肥。另外,分期施氮肥、使用氮肥抑制剂和在作物需氮高峰期施氮肥都很重要,可以降低氮从沙土乃至细质地土壤中淋溶的可能性。

1.阳离子交换 阳离子是带正电荷的养分离子和分子,如钙(Ca^{2+})、镁(Mg^{2+})、钾(K^{+})、钠(Na^{+})、氢(H^{+})和铵(NH_4^{+})。

黏粒是土壤带负电荷的组分。这些带负电的颗粒(黏粒)吸引、保持并释放带正电的养分颗粒(阳离子)。有机质颗粒也带有负电荷,吸引带正电荷的阳离子。沙粒不起作用。

阳离子交换量(CEC)是指土壤保持和交换阳离子的能力。阳离子正电荷的强度各异,这就使得一个阳离子能取代带负电荷土壤颗粒上的另一种阳离子。

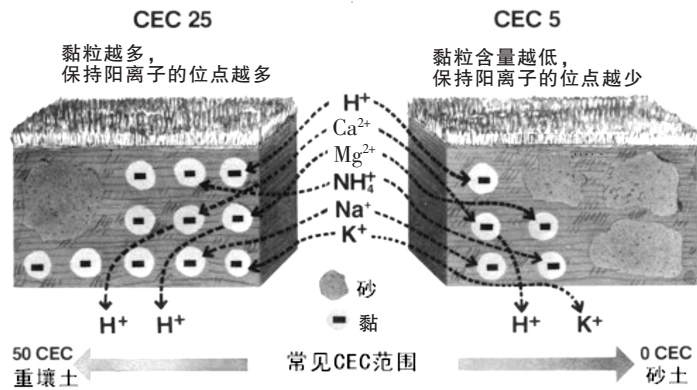


图 1-4 阳离子交换示意图

2.不同阳离子交换量的土壤物理性质

表 1-3 不同阳离子交换量的土壤物理性质

CEC 为 11~50 的土壤	CEC 为 1~10 的土壤
* 黏粒含量高	* 沙粒含量高
* 矫正-给定 pH 需石灰较多	* 氮,钾易淋失
* 在给定土壤深度内保持养分能力较强	* 矫正-给定 pH 需石灰少
* 具高黏土含量土壤的物理性质	* 具高沙粒含量土壤的物理性质
* 土壤持水量高	* 土壤持水量低

3.土壤黏粒和有机质颗粒含量

表 1-4 土壤黏粒和有机质颗粒含量

土壤质地	粘粒百分含量
壤沙土	5%
沙壤土	10%
粉壤土	20%
粉黏壤土	30%
黏壤土	35%
黏土	45%

为了解土壤中养分的行为,我们必须了解黏粒和有机质颗粒的作用。所有农业土壤都含有一些黏粒和一些有机质。主要土壤类型的黏粒含量如下图所示。

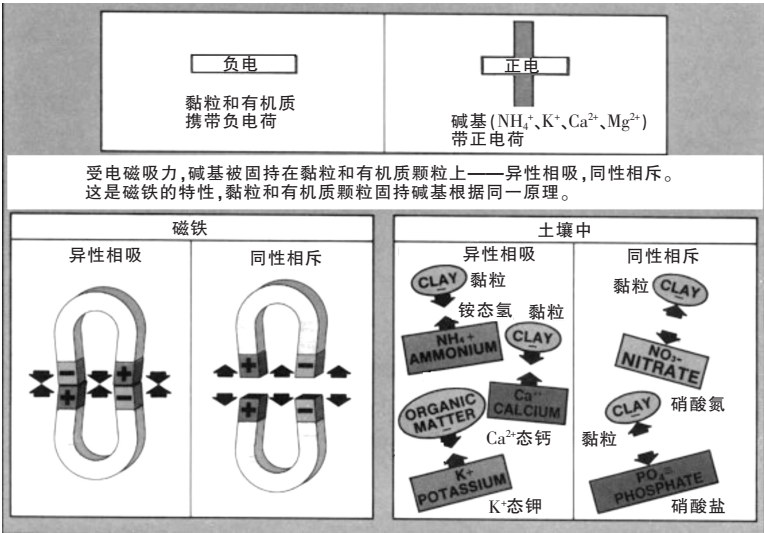


图 1-5 土壤离子之间作用示意图

4.盐基饱和度 盐基饱和度是指每一主要阳离子占总 CEC 的百分比,过去在制订施肥计划时常被使用。观念上认为,需要保持某些养分之间的比例,即“平衡”以保证作物最佳产量的适当吸收。但研究表明,对大多数农业土壤来说,阳离子饱和范围没有多大用处。在大田环境下,即使养分范围很宽也不会造成伤害,所以只要土壤中一种养分水平充足就足以使植物处于最佳生长状态。

(五)土壤阴离子的保持

土壤对阴离子的保持机制还不明确。例如,硝酸根是完全流动的,能随土壤水自由移动。在降雨量高的情况下,硝酸根向下移动。在极干旱的气候下,其随土壤水向上移动,在土壤表面积累。

在一定条件下,某些土壤可保持硫酸根。低 pH 值时,在黏土(如高岭石)的断裂边缘可产生正电荷。在表层土或底土层含有水化铁铝氧化物的土壤可通过产生的正电荷吸附一些硫酸根。但是,在土壤 pH 值超过 6.0 时,这种保持作用很小。在干旱和半干旱地区,通

过石膏积累可保持相当数量的硫酸根。

硫酸盐可被保持在土壤胶体的表面上，硫酸根离子也可被土壤吸附的其他络合物疏松地吸持，有机质有时会产生正电荷，此时，它们可吸附硫酸根。

(六)土壤有机质

土壤有机质由不同腐解阶段的植物和动物的残留物组成。充足的有机质对土壤有多方面的益处：①改善土壤物理状况；②增加水分入渗；③改善土壤耕性；④减少土壤侵蚀损失；⑤为植物生长提供养分。大多数的益处来自于土壤有机质残留物分解时释放的产物。

有机质大约含 5% 的全氮量，因此它是备用氮库。但有机质中的氮为有机化合物形态，由于土壤有机质的分解很慢，不能立即供植物生长利用。尽管土壤可能含有丰富的有机质，但为保证非豆科作物有足够的速效氮源，氮肥仍是需要的，特别是对那些需氮量高的作物。土壤有机质也含有其他植物必需营养元素。植物和动物残留物含有数量不同的矿质营养，如磷、镁、钙、硫和微量元素，当有机质分解时，这些营养元素便对生长中的植物有效。

有机质分解有助于释放养分，但在分解过程中，氮和硫可能暂时被固定起来。分解有机质的微生物需要氮来合成其机体内的蛋白质。如果被分解有机质的碳/氮比(C/N)高，(即含氮量低)，那么这些微生物将会利用土壤有效氮和肥料氮。

所以，当棉花残茬和玉米秸秆或燕麦和小麦篙秆掺入土中时，如果不久将播种作物，就应该增施氮肥，否则，作物可能会暂时缺氮。随着土壤生物的死亡和腐解，被固定在其体内的氮，最终将变成有效氮。采用保护性耕作，而且随着作物产量提高而残茬增多，需要格外加强氮管理，直到达到新的养分平衡。要警惕氮过少引起短缺。同时注意不要过量施氮，将硝酸盐淋溶控制在最低水平。

一些土壤含有机质很少。在湿润地区，由于气候温暖和雨量充沛有利于有机物的迅速分解，大多数土壤的有机质含量历来不高。但是研究表明，只要管理适当，这种土壤有机质水平也能提高，取得高产并积累更多残茬。在冷凉的地区，有机质分解较慢，天然有机质含量可能相当高。在施肥充足和管理措施良好的条件下，可以产生更多的作物残茬。在高产玉米地上，子粒收获后有高达 1.3 吨/亩的玉米残茬留下来。这些残茬有助于维持或提高土壤有机质水平。它们有助于改善土壤的物理、化学和微生物性质。应定期向土壤施用作物残茬，以维持作物生产水平。因此，重要的一点是保持充足的残茬量进入土壤循环。

五、影响土壤生产力的其他因素

(一)土壤深度

土壤深度指利于植物根系穿透的土壤层深度。具理想质地、结构深厚和排水良好的土壤有利于作物生产。植物需要足够的深度供根系生长和吸收养分和水分。只要土壤条件允许，根系可伸展到 0.9~1.8m 甚至更深。紫花苜蓿根系可达到 9m 多深。生根深度受土壤物理和化学障碍层及高水位的限制。硬磐、页岩层、砾石层和土壤物质高达毒害浓度等情况是极难改变的。但高水位通常可以通过改善排水而改变。表 1-5 是通过土壤深度对一般土壤生产力的分级。

表 1-5 土壤深度对相对生产力的影响

作物根系可利用的土壤深度(m)	相对生产力(%)
0.30	35
0.61	60
0.91	75
1.22	85
1.52	95
1.83	100

(二)地表坡度

地形对径流量和侵蚀量在很大程度上起决定作用。它同时决定灌溉方法、排水和其他为保持水土所需的最佳管理措施。土地的坡度越陡,越需要加强管理,因而增加了劳力和设备费用。在达到一定的坡度时,土壤便不适于中耕作物的生产。表层土壤的易蚀性及土壤坡度是土壤潜在生产力的决定因素。表 1-6 是根据土壤坡度和易蚀性对土壤生产力的分级。

表 1-6 土壤坡度对相对生产力的影响

土壤坡度(%)	相对生产力(%)*	
	不易侵蚀的土壤	易侵蚀的土壤
0~1	100	95
1~3	90	75
3~5	80	50
5~8	60	30

注释:* 少耕法有利于降低坡度的不利影响。

(三)土壤生物

有许多种类的生物生活在土壤中。它们的尺寸从显微级的细菌、线虫和真菌至肉眼易见的种类(蚯蚓和昆虫幼虫)。一些微生物能引起许多有益的土壤反应,如:植物和动物残留物的腐解。另一些反应是有害的,如那些导致植物和动物病害的生物的发育。大多数的土壤生物依靠土壤有机质供应食物和能量,因而常常存在于土壤表层 30cm 范围内。影响土壤生物丰度的因素包括:水分、温度、通气状况、养分供应、土壤 pH 值以及种植的作物。良好的施肥管理连同其他最佳管理措施有助于土壤微生物维持在最理想的水平。

第二节 土壤野外研究与土壤剖面描述

成土因素的野外景观综合研究和土壤剖面的野外描述是进行土壤分类和制图的基础,是土壤调查与制图的重要环节。

一、路线调查与成土因素的野外研究

在一个县区范围内开展土壤调查,首先要进行一次路线调查,亦称概查或勘查。路线调查是通过调查区不同地形部位,了解该区成土因素、土壤分布和土壤利用等方面的宏观规律。如应用遥感影像,还要了解成土因素的综合景观特征与遥感影像之间的关系。

(一)地形因素的野外研究

地形是区域性景观分异的主体,因为它导致一个地区水热条件的更新分异。地形因素主宰着地表物质的分布、地表水和地下潜水的补充与排泄,还支配着一个地区的生物地球化学分异的规律,所以土壤调查中要将地形因素提高到地貌学高度来研究。具体工作要注意以下几个方面:

一方面,从地理文献上了解调查区所在的地形区及其宏观特征。

如在华北平原中,可进一步划分为黄河平原、淮河平原与海河平原。海河平原中又可分为太行山麓和燕山山麓的洪积—冲积平原、黑龙江平原、滨海平原等。在山麓洪积—冲积平原中有不同河流形成的洪积冲积扇,河流阶地和扇缘洼地等。在黑龙江平原中有沉降的浅湖洼地,地上河和古河床沙地等。所以,要求土壤调查工作者一定要掌握调查区的地貌分区及其地貌类型和组合。这是掌握区域土壤分布规律,进行土壤制图与土壤改良利用区划的基础。

另一方面,形态特征的划分,山地的形态特征是地面起伏大,海拔高度在 500m 以上,相对高度在 100m 以上。根据海拔和相对高度及山体切割程度,可再将山地划分成不同的等级。丘陵属于山地与平原之间的过渡类型,切割破碎,构造线模糊,地形起伏缓和,绝对高度一般在 500m 以内,相对高度在 100m 左右。平原系地面平坦面稍有起伏的广阔地,相对高差在几米以内。每一地貌类型内部按形态要素,又可续分,例如:

1.山地 可续分为①山顶:呈长条状延伸的称山脊,呈其他形态的有尖顶山,圆顶山和平顶山;②山坡:包括凸形坡,凹形坡,直形坡和阶梯状坡;③山谷:基部称谷底,开阔的谷底包括河床,河漫滩和阶地,两侧称谷岸(宽谷和狭谷)。

2.冲积扇 在山谷出口处常形成各种扇形地。

3.丘陵 内部按形态要素续分的标准及名称各地不尽相同,例如西北黄土丘陵,按切割后的形态特征分成——塬:未受强烈切割的广阔平坦高地;梁:切割呈条带状的地面、形似屋梁;峁:纵横切割成孤立的块体,形似馒头;川:丘间谷地、平坦如坪,又称坪。

4.沙丘 其形态特征多呈月牙形,因形成特色不同,又划分成新月形沙丘、堆状沙丘、垄状沙丘与蜂窝状沙丘等。

5.平原 可根据海拔高度,划分为高平原、低平原,再按部位和形态可分为河谷阶地、河漫滩、三角洲平原、海积平地(海难、沙嘴、拦湾坝等等)。

根据地形图的等高线及其地物符号以及遥感影像标志等,进行调查区具体的地貌类型分析。例如,哪组等高线或遥感影像特征表现的是山地,哪组等高线特征为不同类型的丘陵,哪组等高线形式是扇形地及其不同部位,哪组等高线特征表现的是冲积平原中的不同地段等,而且还要了解它们的高度变化,山体的坡度、河流的比降、地上河与地下河性

质。这是从事土壤制图和确定土壤制图单元区界的地图学基础。

在掌握了上述的资料和图件,了解到一般情况之后,还要在野外路线调查中进行实际观察描述,如在室内进行遥感影像的地貌解译后,在路线调查中也要加以实地验证。必要时,还需绘制一些综合地貌断面的地貌素描,以加深对地形学的认识。

(二)母质因素的野外研究

土壤母质对土壤性状如土体厚度、机械组成、矿物学和化学性状等有较大的影响,调查中要对母质的宏观规律给以充分重视。

1.查阅资料,了解情况 查阅调查区已有的地质资料及图件,了解当地地表松散物的物质。第四纪地质的成因类型,一般可划分成残积物(EL)、坡积物(DL)、洪积物(PL)、冲积物(AL)、湖积物(L)、风积物(EOL)、海相沉积物(M)、冰碛物(GL)等。研究时,要找出它们之间的地层断面关系。

2.据地质图,跟踪研究 对上述地表松散物的岩石学或矿物学性质进行跟踪研究。其中特别是残积物,它是就地风化物质,原来的岩性起决定性影响,而堆积物,多经过迁移混合过程,形成混合矿物类型。在沉积过程中经过比重分选,形成以硅质为主体的沙性沉积,以硅铝酸盐为主体的黏粒沉积等。残积物可根据岩石的矿物学和风化化学特性分为:

(1)结晶岩类 包括花岗岩、流纹岩、花岗片麻岩等,一般物理风化容易,风化层厚,质地粗,多为沙性,其基质为中性至酸性,在我国北方往往为良好的水果产区。

(2)中性结晶岩类 包括闪长岩、安山岩、正长岩、粗面岩等。这类岩石的风化速度居中,基质多为中性。

(3)基性结晶岩类 包括玄武岩、辉长岩、辉绿岩、橄榄岩等,此类岩石含铁和钙丰富,在湿热条件下,化学风化容易,风化层厚,质地细,为良好的土壤母质,但在干旱条件下则风化困难,风化层薄。

(4)石英岩类 包括石英岩、石英沙(页)岩、硅质石灰岩、二长石等,由于石英含量大,风化困难,风化层很薄,形成薄层土。

(5)泥质岩类 包括泥质页岩、片岩、板岩、千枚岩等,一般易于风化。特别是部分白垩纪、侏罗纪的紫色和红色的(沙)页岩类,含磷含钙量高,在湿热地区的风化速度较快,形成所谓的自然肥沃性较高的紫色土。

(6)碳酸盐岩类 包括石灰岩、白云岩、大理岩类等,一般以化学溶蚀为主,风化层薄,溶洞形成奇峰异石,地下潜水的贮存条件很差,且土层薄,所以农业生产条件较差。需要指出,上述岩性分类是根据其成土特征而切分的,然而在自然界它们往往相互成层(如沉积岩区)或形成复区,并在岩石风化过程中形成特有的风化壳,单凭地质图难以准确区分。所以一定要在路线调查中,在研究地质学规律的基础上,再根据土壤制图要求进行土壤母质类型的实地勾绘。

3.母质的物理性状和化学性状观测 物理性状包括颗粒组成的粗细,如砾(石)质的、风化层的厚薄,堆积母质的成层性等等。化学性状主要是pH值,石灰性,可溶性盐分和石膏等。

4.特殊性母质 (1)黄土和黄土状物质是含有石灰的、黄棕色的。以粉粒为主的风积物或流水堆积物,广泛分布于我国北方;(2)红色地层:主要分布于我国南方,它是由侏罗纪至第三纪的陆相红色岩系所组成,包括沙岩、泥岩、页岩、砾岩及泥质的疏松岩类等。多系