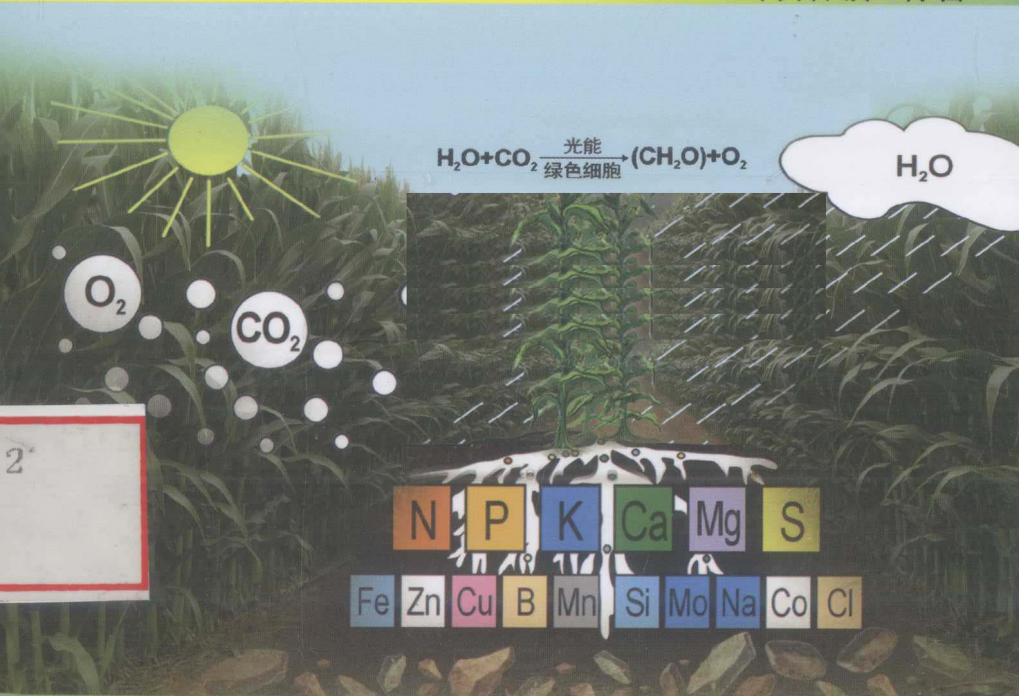


作物营养诊断 与合理施肥

肖焱波 编著



 中国农业出版社

作物营养诊断与 合理施肥

肖焱波 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物营养诊断与合理施肥/肖焱波编著. —北京: 中国农业出版社, 2009.11

ISBN 978-7-109-13572-7

I. 作… II. 肖… III. ①作物-植物营养-诊断②作物-施肥 IV. S147.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第177647号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路2号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2010年1月第1版 2010年1月北京第1次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/32 印张: 3.5

字数: 100千字 印数: 1~10 000册

定价: 18.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前言

长期以来，盲目施肥、过量施肥现象普遍，这不仅造成农业生产成本增加，而且对生态环境有潜在污染压力，威胁农产品质量安全，如何科学合理施肥将是一项技术性强又需要长期坚持的基础性工作，有效传授并普及相关基础知识是合理施肥得以贯彻的关键。近年来作者在进行施肥技术培训过程中，深感受众对作物营养诊断及施肥技术知识的渴求，但图文并茂以满足他们求知欲的书籍又相当匮乏。为此，作者精心搜集大量作物营养失调症的图片，吸收并借鉴了国内多部施肥指导手册的优点，结合自己的教学和科研工作实践撰写成此书，可供各级农业技术推广人员、肥料企业农化服务人员以及农业种植大户应用，也可作为相关大专院校的教学参考书。

由于我国幅员辽阔，作物种植结构复杂多样，本书不可能一一覆盖这些作物，作者将通过今后的工作不断更新和完善。囿于作者知识所限，本书错误和不当之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见和建议，衷心感谢德国钾盐集团（K+S Group）提供的出版资助。

肖焱波

2009年7月15日于昆明

目 录

前言

一、合理施肥的土壤学基础	1
1.1 土壤的形成	1
1.2 土壤的组成	6
1.2.1 矿物质	7
1.2.2 有机质	7
1.2.3 微生物	8
1.2.4 土壤水分	8
1.2.5 土壤空气	9
1.3 土壤中的养分	11
1.3.1 土壤中大量营养元素养分：氮、磷、钾	11
1.3.2 土壤中中量营养元素养分：钙、镁、硫	15
1.3.3 土壤中微量营养元素养分：硼、锌、铁、锰、铜、钼	18
1.4 中国土壤类型简述	20
二、合理施肥的植物营养学基础	25
2.1 光合作用	25
2.2 矿质营养学说	27
2.3 作物生长所需的养分	28

2.4 养分归还学说	28
2.5 最小养分律	29
2.6 报酬递减律	31
2.7 因子综合作用律	32
2.8 施肥的经济分析	33
三、作物生产中的化学肥料	34
3.1 大量元素肥料	34
3.2 中微量元素肥料	42
3.3 控缓释肥料	45
3.4 化肥施用量的换算	48
四、营养元素的生理功能及缺素时的症状	52
4.1 氮的生理功能及缺氮症状	53
4.2 磷的生理功能及缺磷症状	55
4.3 钾的生理功能及缺钾症状	56
4.4 钙的生理功能及缺钙症状	57
4.5 镁的生理功能及缺镁症状	59
4.6 硫的生理功能及缺硫症状	60
4.7 铁的生理功能及缺铁症状	61
4.8 硼的生理功能及缺硼症状	62
4.9 锰的生理功能及缺锰症状	64
4.10 锌的生理功能及缺锌症状	65
4.11 钼的生理功能及缺钼症状	66
五、肥料示范及推广	67

六、主要作物的需肥特点及施肥推荐	69
6.1 果树	69
6.1.1 香蕉的需肥特点及施肥推荐	69
6.1.2 柑橘的需肥特点及施肥推荐	72
6.1.3 苹果的需肥特点及施肥推荐	75
6.1.4 葡萄的需肥特点及施肥推荐	80
6.2 蔬菜	84
6.2.1 番茄的需肥特点及施肥推荐	84
6.2.2 黄瓜的需肥特点及施肥推荐	88
6.2.3 马铃薯的需肥特点及施肥推荐	91
6.3 粮食作物	93
6.3.1 水稻的需肥特点及施肥推荐	93
6.3.2 玉米的需肥特点及施肥推荐	96
6.3.3 小麦的需肥特点及施肥推荐	98
附录	102
主要参考文献	106

一、合理施肥的土壤学基础

1.1 土壤的形成

土壤是发育于地球陆地表面具有一定肥力且能够生长植物的疏松表层（包括海、湖浅水区），从原始的坚硬的岩石，经长期的风化，形成岩石的碎屑，经过阳光、雨水、地下水、细菌和微生物的化学和生物作用，尤其是植物的生长作用，形成具有肥力、也有一定结构的土壤，经历了漫长的岁月。据科学家测定，1寸^①土壤层的形成，在不同的母质和气候条件下，往往需要几百年、上千年甚至几万年的时间（图 1-1）。

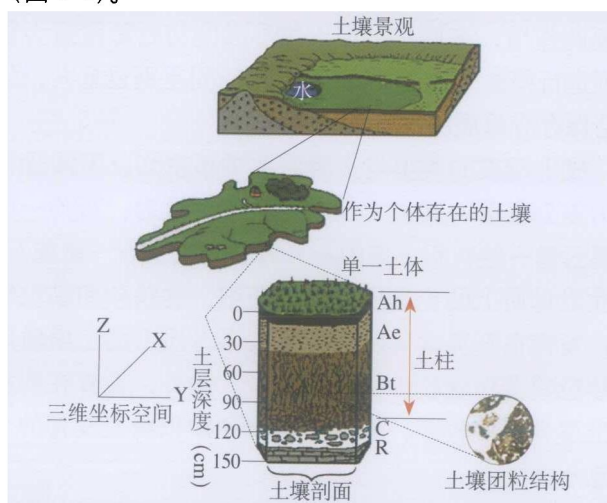


图 1-1 什么是土壤
(改绘来源: Craig Nickel, 1998)

① 寸为非法定计量单位，1寸 $\approx$ 3.33cm。

俗话说“万物土中生”，一方面土壤是植物生长的支撑者，同时又提供植物生长所需的养分、空气和水分。高等植物正常生长所必需的营养元素，除碳、氢、氧主要来自空气和水外，其余的养分大部分依靠土壤提供，可以说土壤是农业生产的基础。植物利用水分、空气和营养元素，进行光合作用，合成有机质，以残体聚积于母质层，再经微生物作用，使营养物质、能量逐渐丰富，改造了成土母质，推动了土壤的形成。土壤形成是地质大循环和生物小循环的统一过程，土壤的形成受气候、生物、地形、母质和时间等成土因素综合影响。

①土壤形成的母质因素 风化作用使岩石破碎，理化性质改变，形成结构疏松的风化壳，其上部称为土壤母质。如果风化壳保留在原地，形成残积物，便称为残积母质；如果在重力、流水、风力、冰川等作用下风化物质被迁移形成崩积物、冲积物、海积物、湖积物、冰碛物和风积物等，则称为运积母质。成土母质是土壤形成的物质基础和植物矿质养分元素（氮除外）的最初来源。母质代表土壤的初始状态，它在气候与生物的作用下，经过上千年的时间，才逐渐转变成可生长植物的土壤。母质对土壤的物理性状和化学组成均产生重要的作用，这种作用在土壤形成的初始阶段最为显著。随着成土过程进行得愈久，母质与土壤的性质间差别也愈大，尽管如此，土壤中总会保存有母质的某些特征。

首先，成土母质的类型与土壤质地关系密切。不同造岩矿物的抗风化能力差别显著，其由大到小的顺序大致为：石英→白云母→钾长石→黑云母→钠长石→角闪石→辉石→钙长石→橄榄石。因此，发育在基性岩母质上的土壤质地一般较细，含粉砂和黏粒较多，含砂粒较少；发育在石英含量较高的酸性岩母质上的土壤质地一般较粗，即含砂粒较多而含粉砂和黏粒较少。此外，发育在残积物和坡积物上的土壤含石块较多，而在洪积物和冲积物上发育的土壤具有明显的质地分层特征。

其次，土壤的矿物组成和化学组成深受成土母质的影响。不同岩石的矿物组成有明显的差别，在其上发育的土壤的矿物组成也就不同。发育在基性岩母质上的土壤，含角闪石、辉石、黑云母等深

色矿物较多；发育在酸性岩母质上的土壤，含石英、正长石和白云母等浅色矿物较多；其他如冰碛物和黄土母质上发育的土壤，含水云母和绿泥石等黏土矿物较多，河流冲积物上发育的土壤亦富含水云母，湖积物上发育的土壤中多蒙脱石和水云母等黏土矿物。从化学组成方面看，基性岩母质上的土壤一般铁、锰、镁、钙含量高于酸性岩母质上的土壤，而硅、钠、钾含量则低于酸性岩母质上的土壤，石灰岩母质上的土壤，钙的含量最高。

②土壤形成的气候因素 气候对于土壤形成的影响，表现为直接影响和间接影响两个方面。直接影响指通过土壤与大气之间经常进行的水分和热量交换，对土壤水、热状况和土壤中物理、化学过程的性质与强度的影响。通常温度每增加 10°C ，化学反应速度平均增加 $1 \sim 2$ 倍；温度从 0°C 增加到 50°C ，化合物的解离度增加 7 倍。在寒冷的气候条件下，一年中土壤冻结达几个月之久，微生物分解作用非常缓慢，使有机质积累起来；而在常年温暖湿润的气候条件下，微生物活动旺盛，全年都能分解有机质，使有机质含量趋于减少。

气候还可以通过影响岩石风化过程以及植被类型等间接地影响土壤的形成和发育。一个显著的例子是，从干燥的荒漠地带或低温的苔原地带，到高温多雨的热带雨林地带，随着温度、降水、蒸发以及不同植被生产力的变化，有机残体归还逐渐增多，化学与生物风化逐渐增强，风化壳逐渐加厚。

③土壤形成的生物因素 生物是土壤有机物质的来源和土壤形成过程中最活跃的因素。土壤肥力的形成与生物的作用是密切相关的。岩石表面在适宜的日照和湿度条件下滋生出苔藓类生物，它们依靠雨水中溶解的少量岩石矿物质得以生长，同时产生大量分泌物对岩石进行化学、生物风化；随着苔藓类的大量繁殖，生物与岩石之间的相互作用日益加强，岩石表面慢慢地形成了土壤，此后，一些高等植物在年幼的土壤上逐渐发展起来，形成土体的明显分化。

在生物因素中，植物起着最为重要的作用。绿色植物有选择地吸收母质、水体和大气中的养分元素，并通过光合作用制造有机质，然后以枯枝落叶和残体的形式将有机养分归还给地表。不同植被类

型的养分归还量与归还形式的差异是导致土壤有机质含量高低的根本原因。例如，森林土壤的有机质含量一般低于草地，这是因为草类根系茂密且集中在近地表的土壤中，向下则根系的集中程度递减，从而为土壤表层提供了大量的有机质，而树木的根系分布很深，直接提供给土壤表层的有机质不多，主要是以落叶的形式将有机质归还到地表。动物除以排泄物、分泌物和残体的形式为土壤提供有机质，并通过啃食和搬运促进有机残体的转化外，有些动物如蚯蚓、白蚁还可通过对土体的搅动，改变土壤结构、孔隙度和土层排列等。微生物在成土过程中的主要功能是有机残体的分解、转化和腐殖质的合成。

④土壤形成的地形因素 地形对土壤形成的影响主要是通过引起物质、能量的再分配而间接地作用于土壤的。在山区，由于温度、降水和湿度随着地势升高的垂直变化，形成不同的气候和植被带，导致土壤的组成成分和理化性质均发生显著的垂直地带分化。土壤调查发现，土壤有机质含量、总孔隙度和持水量均随海拔高度的升高而增加，而 pH 随海拔高度的升高而降低。此外，坡度和坡向也可改变水、热条件和植被状况，从而影响土壤的发育。在陡峭的山坡上，由于重力作用和地表径流的侵蚀力往往加速疏松地表物质的迁移，所以很难发育成深厚的土壤；而在平坦的地形部位，地表疏松物质的侵蚀速率较慢，使成土母质得以在较稳定的气候、生物条件下逐渐发育成深厚的土壤。阳坡由于接受太阳辐射多于阴坡，温度状况比阴坡好，但水分状况比阴坡差，植被的覆盖度一般是阳坡低于阴坡，从而导致土壤中物理、化学和生物过程的差异。

⑤土壤形成的时间因素 在上述各种成土因素中，母质和地形是比较稳定的影响因素，气候和生物则比较活跃的影响因素，它们在土壤形成中的作用随着时间的演变而不断变化。因此，土壤是一个经历着不断变化的自然实体，并且它的形成过程是相当缓慢的。在酷热、严寒、干旱和洪涝等极端环境中，以及坚硬岩石上形成的残积母质上，可能需要数千年的时间才能形成土壤发生层，例如在沙丘土中，特别是在林下，典型灰壤的发育需要 1000 ~ 1500 年。

但在变化比较缓和的环境条件中，以及利于成土过程进行的疏松成土母质上，土壤剖面的发育要快得多。

土壤发育时间的长短称为土壤年龄。从土壤开始形成时起直到目前为止的年数称为绝对年龄。例如，北半球现存的土壤大多是在第四纪冰川退却后形成和发育的。高纬地区冰碛物上的土壤绝对年龄一般不超过1万年，低纬未受冰川作用地区的土壤绝对年龄可能达到数十万年至数百万年，其起源可追溯到第三纪。

由土壤的发育阶段和发育程度所决定的土壤年龄称为相对年龄。在适宜的条件下，成土母质首先在生物的作用下进入幼年土壤发育阶段，这一阶段的特点是土体很薄，有机质在表土积累，化学—生物风化作用与淋溶作用很弱，剖面分化为A层和C层，土壤的性质在很大程度上还保留着母质的特征。随着B层的形成和发育，土壤进入成熟阶段，这一阶段有机质积累旺盛，易风化的矿物质强烈分解，在淀积层中黏粒大量积聚，土壤肥力和自然生产力均达到最高水平。经过相当长的时间以后，成熟土壤出现强烈的剖面分化，出现E层，并使A层和B层的特征发生显著差异，有机质累积过程减弱，矿物质分解进入最后阶段，只有抗风化最强的矿物残留在土体中，淀积层中黏粒积聚形成黏盘，土壤进入老年阶段，这一阶段土壤的肥力和自然生产力都明显降低。

⑥土壤形成的人类因素 在五大自然成土因素之外，人类生产活动对土壤形成的影响亦不容忽视，主要表现在通过改变成土因素而影响土壤的形成与演化。其中以改变地表生物状况的影响最为突出，典型例子是农业生产活动，它以稻、麦、玉米、大豆等一年生草本农作物代替天然植被，这种人工栽培的植物群落结构单一，必须在大量额外的物质、能量输入和精心管理下才能获得高产。因此，人类通过耕作改变土壤的结构、保水性、通气性；通过灌溉改变土壤的水分、温度状况；通过农作物的收获带走大部分养分和有机质，改变了土壤的养分循环状况；再通过施用化肥和有机肥补充养分的损失，从而改变土壤的营养元素组成、数量和微生物活动等。最终将自然土壤改造成为各种耕作土壤。人类活动对土壤的积极影响是

培育出一些肥沃、高产的耕作土壤，如水稻土等；同时由于违反自然成土过程的规律，人类活动也造成了土壤退化如肥力下降、水土流失、盐渍化、沼泽化、荒漠化和土壤污染等消极影响。

1.2 土壤的组成

土壤由三相（固相、液相和气相）5种物质组成多相的多孔分散体系。固相有矿物质、有机质、土壤生物，液相为土壤水分，气相指土壤空气（图 1-2），土壤中这三类物质构成了一个矛盾的统一体，它们互相联系，互相制约，为作物提供必需的生活条件，是土壤肥力的物质基础。土壤中固体颗粒依其粒度可分成：砾石（直径在 2 mm 以上）、砂粒（0.02 ~ 2 mm）、粉粒（0.002 ~ 0.02 mm）和黏粒（0.002 mm 以下）。任何一种土壤都不可能只有某一级别的土粒，各级别的土粒在土壤中的含量也不是平均分配的，土壤中各粒级土粒含量（质量）百分率的组合称为土壤质地（土壤的颗粒组成、土壤的机械组

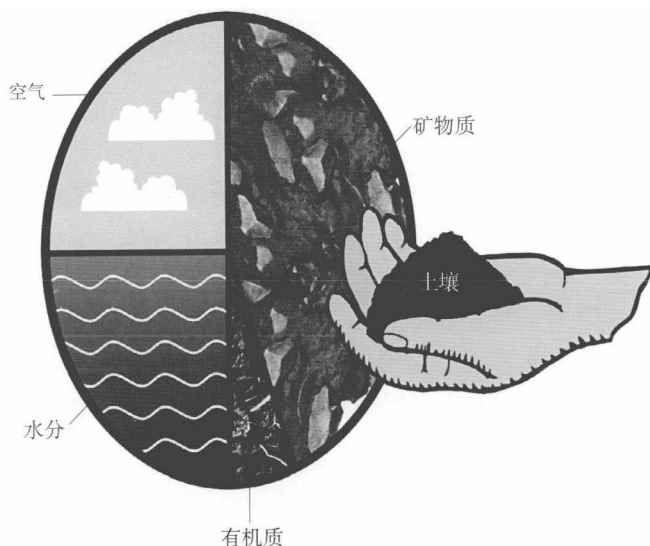


图 1-2 土壤的组成

成), 根据质地, 将土壤分为砂、砂壤、壤土、黏壤和黏土等, 同时也可根据土壤的可耕性, 分别用“轻壤”(如砂子和砂壤)、“中壤”(如壤土)或“重壤”(如黏壤土和黏土)来描述土壤的质地。质地粗或砂性土壤, 保持水分和养分的能力很差, 在施肥时一定要防止养分淋失, 常规肥料可采用少量多次施用, 滴灌施肥或利用控缓释肥等措施减少淋失。黏土储存水分和养分的能力很强, 但通透性差, 可通过施用石灰和农家肥来改善它们的结构。

1.2.1 矿物质

由岩石经过风化作用形成大小不同的矿物颗粒(砂粒、土粒和胶粒)称为土壤矿物质。土壤矿物的化学组成一方面继承了地壳中化学组成的特点, 另一方面在成土过程中有的元素增加了(如氧、硅、碳和氮), 有的元素则显著下降了(如钙、镁和钾), 这反映了成土过程中元素的分散、富集特性和生物积聚作用。土壤矿物质的化学组成很复杂, 几乎包括地壳中所有的元素, 它直接影响土壤的物理、化学性质, 是作物养分的重要来源。岩石经风化分解形成土壤并释放出可供植物吸收利用的养分, 土壤中黏土矿物和有机质能够保蓄这些带电荷的有效养分, 土壤的这种保蓄养分的能力决定了土壤的自然肥力。

1.2.2 有机质

有机质含量的多少是衡量土壤肥力高低的一个重要标志, 它和土壤矿物质紧密地结合在一起。在一般耕地耕层中有机质含量只占土壤干重的0.5%~2.5%, 耕层以下逐渐减少, 但它的作用却很大, 群众常把含有机质较多的土壤称为“油土”。土壤有机质按其分解程度分为新鲜有机质、半分解有机质和腐殖质。腐殖质是指新鲜有机质经过微生物分解转化所形成的黑色胶体物质, 一般占土壤有机质总量的85%~90%以上。在温带地区, 由于气温低, 空气潮湿, 作物的残积物分解缓慢, 土壤中含有丰富的有机质(5%以上); 在酷热干旱的亚热带地区, 土壤中有有机质含量普遍较低(有时低至0.1%),

但由于含丰富的钙，土壤结构通常很好。在热带地区，受气候和微生物活动的影响，土壤中有有机质分解速度快，但由于氧化铁铝的存在，土壤结构很稳定。

1.2.3 微生物

土壤微生物的种类很多，有细菌、真菌、放线菌、藻类和原生动物等。土壤微生物的数量也很大，1 g 土壤中就有几亿到几百亿个，在土壤中扮演分解者的角色。在 1 亩^①的耕层土壤中，微生物的重量可高达数百千克。土壤越肥沃，微生物越多。微生物在土壤中可分解有机质，作物的残根败叶和施入土壤中的有机肥料，只有经过土壤微生物的作用，才能腐烂分解，释放出营养元素，供作物利用；促进腐殖质的形成并改善土壤的理化性质。微生物在土壤中分解矿物质，例如磷细菌能分解出磷矿石中的磷，钾细菌能分解出钾矿石中的钾，以利作物吸收利用。土壤中有一类叫做固氮菌的微生物，能固定空气中的氮素作食物，在它们死亡和分解后，这些氮素就能被作物吸收利用。固氮菌分两种，一种是与豆科根系形成根瘤，叫根瘤菌，传统农业中种植豆科作物能够肥田，就是因为根瘤菌的固氮作用增加了土壤里的氮素；另一种单独生活在土壤里就能固定氮气，叫自生固氮菌；另外，有些微生物在土壤中会产生有害的作用，例如反硝化细菌，能把硝酸盐还原成氮气，放到空气里去，使土壤中的氮素受到损失。实行深耕、增施有机肥料、给过酸的土壤施石灰、合理灌溉和排水等措施，可促进土壤中有益微生物的繁殖，发挥微生物提高土壤肥力的作用。

1.2.4 土壤水分

土壤是一个疏松多孔体，其中布满着大小大小蜂窝状的孔隙。直径 0.001 ~ 0.1mm 的土壤孔隙叫毛管孔隙。存在于土壤毛管孔隙中的水分能被作物直接吸收利用，毛管水可以上下左右移动，但移动的快慢决定于土壤的松紧程度，同时，还能溶解和输送土壤养分。

^① 亩为非法定计量单位，1 亩 $\approx$ 667m²。

含有可以被作物吸收的有效态养分的土壤水分被称为土壤溶液，作物的根只能吸收溶解在土壤溶液中的养分，根系与所接触的土壤黏粒表面置换养分的过程称为截获。在土壤中，吸附在土壤颗粒上的养分与释放到土壤溶液中的养分之间存在着平衡，当土壤溶液中的养分通过作物根系被吸收后，土壤颗粒所吸附的养分就会被释放出来，重新建立起新的平衡。在这一过程中，阳离子由固相养分中钙离子、镁离子或氢离子补充，而阴离子则由氢氧根或有机酸补充，释放出的养分从靠近吸附体的高浓度溶液向靠近作物根部的低浓度溶液流动，这个过程被称作扩散。

土壤颗粒吸附体对不同养分的吸持力不同。对阳离子，吸持力主要受水化作用和养分所带电荷的影响，吸附体对铝 (Al^{3+}) 的吸持力最强，呈金属性质的微量元素（如铁、锰和锌）次之，接着是钾 (K^+)、铵 (NH_4^+)、钙 (Ca^{2+}) 和镁 (Mg^{2+})；对于阴离子，稳定性很强的磷酸根 (PO_4^{3-}) 被紧密地吸附在带正电荷的某些黏土矿物如钙、铁、铝等土壤组分上；与此相反，氯离子 (Cl^-) 和硝酸根离子 (NO_3^-) 则留存在土壤溶液中，它们易于移动，一方面随水被作物吸收，有时也会被水冲刷而淋失。

1.2.5 土壤空气

土壤空气是土壤的重要组成之一，它与大气组成有很多差异，主要表现在：①土壤空气中二氧化碳含量远大于大气；②土壤空气中氧含量低于大气；③土壤空气中相对湿度高于大气；④土壤空气中常常出现一些微生物活动所产生的还原性气体，如甲烷、硫化氢等，危害作物生长。土壤空气对作物生长发育的影响是多方面的，主要有以下几方面：

① 影响种子萌发 种子萌发需要一定的水分和氧气，缺氧会影响种子内物质的转化和代谢活动。在潮湿而嫌气的情况下，微生物作用与土壤有机质所产生的嫌气产物，如醛类和有机酸类，也会影响种子发芽。

② 影响根系发育 一般土壤空气中 O_2 的浓度低于 9% 时根系发育就要受到影响，如果降到 5% 以下，绝大部分作物的根系就停止

发育。通气不良时,根系呼吸作用减弱,吸收养料和水分的功能降低,特别是对钾的吸收能力影响最大,依次为钙、镁、氮、磷等。

③ 影响土壤微生物活动 有益微生物活动对作物生长起着很重要的作用,它可以增加养分的有效性,分泌内源激素刺激作物生长,降低作物致病因子。它的重要标志是呼吸,呼吸强度越大则其活动强度越高。呼吸是一个耗氧过程,如果微生物活动旺盛,短期内可以消耗大量的氧气,产生大量的二氧化碳。而土壤氧压恢复需要一个过程,其时间长短随土壤通透性而异。

土壤通气不良,易使作物患病,其原因是氧气不足,二氧化碳过多,适于致病的霉菌发育,增加厌氧菌活动;同时还由于作物生长不良,抗病力降低。

④ 影响养分状况 作物所需的氮素和各种矿质养料都要在一定形态下才能被植物所吸收利用,土壤通气状况影响了养分的形态。例如:氮一般均以硝酸根/铵离子的形态被吸收;硫以硫酸根形态被吸收。 O_2 充足时,有机质分解较快,氧化过程加快,也有利于硝化过程的进行,土壤中有效态氮丰富。缺 O_2 则有利于反硝化作用进行,造成氮素的损失或产生亚硝态氮的积累,不利于作物对营养的吸收利用。

即便是土壤种类相同,但由于水田与旱田不同,土壤的性质也就有很大的差别。水田和旱田的施肥注意事项很多,应特别注意带硫酸根的肥料和不带硫酸根的肥料。

硫酸铵、过磷酸钙、硫酸钾等肥料为硫酸根肥料,把这些肥料施用水田时,因为其处于积水状态,水层阻塞了大气与土壤空气的直接交流,氧化条件极端恶劣,亚硝酸盐和二价锰(Mn^{2+})同时出现,随着氧化还原电位继续下降,三价铁(Fe^{3+}) (健壮的水稻根系在其根毛表面常常有红棕色的胶膜,这一胶膜主要是 Fe^{3+} 的含水氧化物,它对根系有一定的保护作用,可以防止 S^{2-} 的侵入)也加速还原成二价铁(Fe^{2+}), SO_4^{2-} 也被还原成 S^{2-} ,产生足够浓度的 H_2S 危害作物。而水稻有由维管束向下传导并通过根分泌氧的能力,使根际土壤的氧化还原电位(Eh)较根外土壤高,可以加速氧化过程,但其影响主要限于根际范围内。