

农业领导干部
学习研究班教材

土壤肥力和土地利用改良

夏 荣 基

(北京农业大学)

农业领导干部学习研究班

1980年11月

目 录

一、土壤是怎样形成的.....	(2)
二、土壤的组成.....	(4)
(一) 土壤矿物质.....	(4)
(二) 土壤有机质.....	(7)
三、土壤的主要肥力性质.....	(8)
(一) 土壤结构性、耕性和改良.....	(9)
(二) 土壤吸收保肥性和养分状况.....	(11)
(三) 土壤水分状况.....	(12)
四、用地养地和用土改土.....	(16)
(一) 用养结合, 培育高产稳产农田.....	(16)
(二) 改良土壤, 发挥土壤生产潜力.....	(19)

土壤肥力和土地利用改良

人类一开始从事农业生产活动，就是在土壤上种植作物。几千年来，人类利用、改造土壤，积累了十分宝贵的经验和知识。随着生产的发展和社会的进步，这些经验和知识也日益丰富起来。

我国劳动人民在几千年的农业生产实践中，积累了极其丰富的用土、认土和改土的经验。记录我国古代农民关于土壤科学的著作，是世界土壤科学史上光辉的组成部分，如战国时期的“禹贡”一书，就为适应国家统一的形势需要，根据土壤的颜色、粗细和肥力状况，对黄河及长江流域中、下游的土壤进行了大体的分类，为当时按照土壤肥力收税提供了科学依据，这是世界上最早的一部讲土壤分类和地理分布的科学著作。管仲的“管子，地员篇”阐述了植物、地形、地下水和土壤形成及分布的关系，土壤的多种肥力性状，以及各种土壤适宜栽培的作物种类。后魏贾思勰的“齐民要术”，更进一步对我国农民丰富的生产经验进行了系统总结，是世界上最早、最完整的农业科学著作。他提出“耕者且深”、“湿耕泽锄，不如归去”、“凡美田之法，绿豆为上，小豆、胡麻次之”等等论断，并列举了当时应用的二十多种轮作方式，这些结论在当前的农业生产中仍然是行之有效的。

运用现代科学知识，充分总结我国农民的丰富生产经验，加以提高，以适应农业现代化的需要，这是我们农业科学工作者和广大农民共同努力的方向。

一、土壤是怎样形成的

土壤以具有肥力，能生长植物为其特征。土壤肥力具体分析起来，包括水分、养分、空气、热量和松紧状况五个肥力因素。各种农业措施的目的，大体都是调节这些肥力因素，使它们符合不同作物或同一作物不同时期所需，以期获得最大的产量。

土壤的肥力，一部分是在土壤形成过程中产生的，称之为自然肥力；一部分是在土壤利用过程中产生的，例如施肥、灌水、松土所提高的土壤肥力，称之为人工肥力，后者之中有一部分对作物产生有利的作用，这一部分肥力便称为有效肥力。从上述可以看到，土壤形成的条件，决定着土壤自然肥力的高低，例如在东北的北部可以见到肥沃的黑土，而在华北和华南则分别为自然肥力较低的黄土和红壤。更重要的一点，是人工肥力随着社会经济制度的变革和科学技术的进展而不断提高。所以在华北、华南，同样可以培育出肥力高的高产土壤。

由于土壤肥力的基础和自然成土条件分不开，下面要首先谈谈土壤是怎样形成的。

土壤是历史自然体，对农业土壤来说又是在历史自然体基础上发展起来的劳动产物。土壤这种自然界的物体有自己独特的发生发展规律，它是以生物为主导的五种成土因素综合作用下形成的，这五种成土因素是母质、地形、气候、生物和年龄。

（一）母质：土壤母质就是岩石矿物风化所形成的碎屑。所谓风化，就是岩石矿物经物理、化学、生物的作用，分化瓦解而成粗细不同的颗粒以及可溶性盐类的作用。这些颗粒有些停留在原地，粗细混杂；有些经流水、风和冰川的作用，被携带到其它地点沉积下来，这些物质便

有一定的分选。例如华北平原河流泛滥时，有“紧出砂，慢出淤”的说法。

母质的粗细和排列层次，决定着土壤质地剖面的排列，这些深刻地影响着土壤保水保肥性的强弱。

（二）地形：地面的起伏叫做地形。这个因素的影响，最主要是使大气中的水热条件发生重新分配。坡地接受太阳能不同于平地，阴坡又不同于阳坡；地面水及地下水在坡地的运动，也不同于平地。所以土壤水分养分的保蓄和流失，土壤的冲刷和沉积等，都有所不同。这些条件不但造成土壤肥力上的差异，在农业利用上也因之而有所不同。

（三）气候：由于地球和太阳的相对位置以及自转、公转的关系，各地接受的太阳能不同，因而在地球上划分了不同的气候带。同一个气候带中，由于海陆分布、海拔变化以及大气环流等所造成各地气候差异，又直接影响着农业的多样性。气温的变化和降水情况，一方面影响着土壤中物质转化的速度和强度，以及水分、养分、盐分的移动和聚积，另一方面又通过影响植物生长而对土壤发生作用。

所以，气候的影响是多方面的。

（四）生物（主要是植物）：可以有选择地集中和累积养分，在其它成土因素的共同作用下产生了肥力，所以称它为主导因素。自然土壤肥力的提高与生物的进化是互为因果，螺旋上升的过程，二者的发展是相统一的。

（五）年龄：上述四个都是空间因素，这个时间因素是表明上述四个因素综合起作用的时期的长短。

由岩石风化而成的母质，没有肥力，不是土壤，只有经过植物生长，累积有机质，改造母质的各种性质，具备了肥力，才成为土壤。时间愈长，改造也愈深刻。而这种改造工作是在一定的气候条件和地形条件下

进行的，气候和地形可以影响这种改造工作的方向、速度、强度和结果，有时甚致可以起到决定性影响。

有两点要着重提出：

1. 自然土壤的肥力，是以生物因素起主导作用而产生的，因为其它因素都没有选择、集中和累积养分的能力。

2. 农业土壤的肥力，是在自然土壤肥力发展的基础上，运用各种农业措施进行改造和调节的结果。包括灌溉排水、施肥、耕耙等等各种措施，都对土壤肥力的调控发生作用。所以农业土壤是被人类改造了的自然土壤，只要方法适当，不违反自然规律，瘠薄土地同样可以建成高产稳产农田。如果违反自然规律去蛮干，即使眼前可以得到一点收益（例如陡坡开荒种植粮食），最终要受到自然的惩罚。

二、土壤的组成

土壤是一种疏松多孔的物体，它是由大小不等的微细土粒堆积而成，在固体颗粒之间是各种大小的孔隙，土壤水分和空气经常充满着这些孔隙。所以，土壤是由固、液、气三相物质组成的，其中固相（包括矿物质和有机质）的体积约占土壤总体积的一半，而矿物质又占固相体积的90%以上。液相物质即土壤水分，其体积约占土壤总体积的2—45%。气相物质即土壤空气，占5—48%。

（一）土壤矿物质：岩石、矿物经长期风吹雨打日晒和冰霜雪冻，发生风化，破碎成大小不等的颗粒，称为土壤矿物质。这些土粒在矿质成分、化学成分和物理性质上都有明显的差异。不同的土壤中，大小土粒含量的比例以及所组成的粗细土层的排列，亦千差万别，各不相同。这些都直接影响土壤生产性状的好坏，如通透性、保蓄性、热性状、养分含量、扎根条件、耕作难易等等。

土壤组成	固体部分（土粒）（约占总体积的一半）	矿物质—由岩石、矿物风化而来，约占固体部分重量的90—98%。 有机质—由生物积累和人类施肥而来，约占固体部分重量的2—10%。
	孔隙部分（约占总体积的一半）	水分—由大气降水、地下水和灌溉水而来，其中溶有多种物质，所以实际上是溶液。 空气—由大气扩散、根系呼吸及生物活动而来。

1. 土粒分级：

普通我们根据其性质上的差异，将大大小小的土粒归纳成三类，即砂粒、粉粒（或称粉砂）和粘粒。各种土壤，都是由这三类土粒以不同的比例配合而成的。砂粒通透性强而保蓄性差，养分含量低；粉粒通透性不强，保蓄性较好而养分含量不多；粘粒通透性差而保蓄性强，粘性大，养分含量较多。土粒由粗变细，比表面积增加很快，例如半径为0.1cm的1克砂粒，表面积只有11.3cm²；而半径为0.0001cm的粘粒，其表面积便达11,300cm²。比表面积愈大，吸收能力亦愈强。

2. 土壤质地分类：一般土壤并非由同一大小的土粒所组成，即使在砂土里，也有少量粘粒，粘土里也有砂粒。所以土壤的骨架，是由各种大小的土粒混在一起而组成的。根据其主要特性和生产性的不同，可以将不同质地（即粗细）的土壤归纳为三大类：

砂性土：大多分布在平原上，一般由河流冲积、海潮冲积和风积等而成。花岗岩地区亦有砂性土。这类土壤因砂粒含量比例大，粒间大孔隙多，固相的比表面积小，所以（1）通透性好，作物容易发根和深扎，但过砂则小苗易被风拔起，扎根不牢；（2）保蓄性差，因大孔隙多而小孔隙少，毛管性能差，能吸持养分的细土粒亦少，所以保水保肥能力弱，施化肥易流失。砂性土表层水分蒸发快，毛管水补充较难；（3）潜在养分少，而养分转化的条件较好，但肥效短；（4）土温容易变化，砂性土

经常是水少空气多，因此土温容易升降，变幅大，而春季砂性土对冬作及春作有利，故称为热性土。晚秋土温下降快，对冬作不利；（5）毒害物质少，因通气好，硫化氢等还原性物质不易产生；（6）耕性好，宜耕期长，但瘦瘠的砂性稻田易成砂板田，插秧困难；（7）作物出苗早、齐、全，但生长中期后期容易脱水脱肥，出现早衰，故称为“发小不发老”。

砂性土的改良办法为客土掺粘和翻淤压砂、引洪放淤、种植绿肥、植树种草防风固砂、留高槎越冬、发展灌溉等。

粘性土：大多分布在山前平原的交接洼地、河间洼地、湖泊洼淀四周和滨海平原。从总的说，南方土壤要粘于北方土壤。粘性土含细土粒较多，（1）通气透水性差，特别是在低洼地带而地下水又埋藏较浅时，作物容易受涝，且根系发展因缺氧而受影响；（2）保蓄性强，由于土壤孔隙小，比表面积大和毛管性强，吸水保肥的能力都较强；（3）养分含量多，由于水多和空气不流畅，养分分解缓慢，对土壤积累有机质有利。化肥施用后易被吸附保留而流失少；（4）温度平稳，但春秋温度低，不利于作物出苗和发苗，故这类土壤常称凉性土，幼苗长势常晚于一般土壤；（5）排水不良时由于缺氧而易产生还原性毒害物质如硫化氢、甲烷等；（6）耕性差，宜耕期短，易起坷垃。

综上所述，粘性土紧实通气差，春季土温低，作物出苗或返青晚，易缺苗，苗势亦弱。作物生长中期后期由于气温升高，土壤养分亦释放得多，使作物旺长，所以称为“发老不发小”，如不注意管理，易出现贪青晚熟。

粘性土的改良，主要为客土掺砂或翻砂压淤，增施有机肥，引洪漫砂等。

壤性土：分布广泛，土质砂、粘合宜，性状介于砂性土和粘性土之

间。利用上最根本的问题是增施有机肥料来养地，以及安排好种植制度，以达到用地养地、高产更高产的目的。

在生产上，不但注意表土的质地，而且要注意不同质地土层的排列情况，这在河流冲积土及山区薄层土壤上尤为重要。它们对生产的影响，主要在对水分的保蓄通透以及相随的养分保持和渗漏上，并且影响作物的扎根。

(二) 土壤有机质：主要存在于土壤表层。在自然土壤中，有机质多的其含量可达10%以上，耕地土壤中含从0.5—5%不等，大多数在1—2%之间。土壤有机质的含量虽不多，但对土壤肥力影响很大，被认为是土壤肥力的中心，是评定土壤肥瘦好坏的重要标志之一。

1. 土壤有机质的来源、组成和转化：土壤有机质主要来自植物和土内动物及微生物，以及各种有机肥料，作物的根茬也是重要来源之一，约占作物地上部分的25—30%。从元素成分看，它主要含碳、氢、氧、氮，还有硫、磷、钾、钙、镁、铁等灰分元素。由这些元素组成了动植物各器官的有机化合物，如蛋白质、糖类、脂肪、纤维素、木质素等。

土壤有机质在水分和温度适宜时，便在微生物的作用下发生转化，一方面分解成简单的化合物如水、二氧化碳、氨等，所以有机肥分解时能释放出可被植物吸收的养分。另一方面，微生物将一部分中间产物结合成更复杂的物质，即腐殖质，而将养分暂时保存起来，以后再陆续分解给植物利用。由此可见，微生物是有机质转化和物质循环不可缺少的动力，农业上进行松土、镇压、捣粪、调节养分平衡等等许多措施时，同时也调节了微生物的活性，达到控制养分转化的目的。

2. 土壤有机质的作用和增加土壤有机质的途径：

(1) 是碳、氮、磷等营养元素的重要来源之一；

(2) 能促进土壤团粒结构的形成；

(3) 可改善土壤不良的物理性状，调节土壤粘结性，使砂土增加粘性，粘土变松。

(4) 增加土壤的保水性。腐殖质的吸水率可达400—600%，而粘粒只有50—60%。

(5) 提高土壤的保肥性和缓冲力。腐殖质是一种胶体，能吸附一些养分离子如铵肥、钾肥等，避免流失。同时由于这种吸附作用，使土壤在施用化肥时有可能发生的酸碱性强烈变化，得到缓冲（即变得缓和），而有利于植物生长。

(6) 对植物生长有刺激作用，低浓度腐殖酸可以促进植物的呼吸作用和增加养分的吸收，因而刺激了植物的生长。

增加土壤有机质的途径，为积好圈肥厩肥，抓好堆沤青草杂肥及河泥湖肥，目前看来种植绿肥及实行秸秆还田更有其重要意义。

我国农民从长期生产实践中总结出来的“肥喂土，土养苗”，很生动地说明了用有机质培肥土壤，是使作物丰产的根本手段之一。必须根据当地的气候、土壤和农业生产特点，采取相应的措施。例如以牧为主的地区可采用粮—草轮作；山区应结合山区综合治理，发展林业和牧业，充分利用山青以山养地，并力争秸秆还田；平原地区除发展绿肥外，应积极发展林业、渠、路及四旁植树，解决部分燃料问题，使秸秆还田的数量得以不断增加。

三、土壤的主要肥力性质

土壤的水、肥、气、热、扎根条件等各个肥力因素，对于作物生长来说是一个不可分割的整体，它们共同地决定于土壤物理和化学性质及状况。因此，改变一个肥力因素，往往会使得其它因素亦发生变化。这里要讨论决定这些肥力因素变化的土壤物理和化学性质，以便更好地调

节各个肥力因素。

(一) 土壤的结构性、耕性和改良

1. 农田土壤的结构：田间的土壤除砂土外，土粒大都是胶结成大小不等、形状不一的团聚体，这种团聚体就称为土壤结构。最常见的有团粒结构、块状结构和片状结构。

团粒状结构：土粒粘连成近似球状的土团，粒径约在0.25—10毫米之间。农业生产最理想的是含1—3毫米粒径团粒多的土壤。熟化度高的肥沃土壤，团粒结构占的比例也大。浸水不散的团粒，称为水稳性团粒。肥沃的水稻土则含有大量微团粒。

块状结构：土粒粘连成较紧实的大土块，在粘重土壤或下层土壤常出现。粘性土在过湿或过干耕作时，便易形成土块，即坷垃，漏风跑墒，而且容易压苗。坷垃内部孔隙少，缺水且不通气，微生物活动微弱，植物根亦扎不进去。破碎坷垃，一般用湿时耙耨、冻垡、冬前镇压等办法。改良措施是增加有机质，适时耕作和改良土壤质地等。

片状结构：犁底层和河流沉积物中可见这种结构，土粒互相粘连成薄片，多层重叠。对于水稻土和砂土地，它可防止水肥渗漏。但一般说来，犁底层的片状结构碍妨上下土层的水、气交流，影响根系下扎，增加深耕阻力。当地势较低而水分又过多时，容易产生内涝。地表出现的片状结构为结皮和板结，影响出苗和生长，要及时中耕松土。

上述三种土壤结构中，以团粒结构最适于农业生产的需要，这里稍作阐述。良好的团粒结构，应具备三方面的条件：要有一定的结构形状和大小，大小孔隙的比例要适当，和要有一定的稳固性。

团粒结构对土壤肥力有下列作用：能协调水分和空气的矛盾，能协调土壤养分的消耗和积累的矛盾，能使温度比较稳定，以及改良耕性和使作物根系容易发展，所以，水、肥、气、热、松紧状况五个肥力因

素，都得到了调节。

创造团粒结构，要有胶结剂及动力。土粒被有机胶体（腐殖质等）和无机胶体所胶结，在钙、铁等的阳离子作用下絮凝而成团粒。由土粒形成团粒，是经过多级团聚，而不是一次形成的，因此团粒中才会形成大量毛管孔隙。干湿交替，冻融变化，根的挤压切割，以及耕耙作用等，都有利于促进团聚。

农业上为了创造和保存良好土壤结构，采取深耕与施用有机肥料、少耕少耙、正确的轮作倒茬、调节阳离子组成（酸性土施石灰，碱土施石膏等）、合理灌溉及时松土、以及充分利用自然力晒垡冻垡等。近年来一些国家曾研究人工制成的胶结物质，以改良土壤结构，如聚丙烯腈等几种高分子化合物，可粘连土粒形成水稳性团粒，并维持多年不变，但因价贵，除温室有使用的以外，尚未在农业生产上大面积应用。我国应用得较广的是腐肥（胡敏酸肥料）、纤维素粘胶（人造丝废液）等。

土壤团粒结构的作用，是肯定的，但不能把创造水稳性团粒结构看作是提高土壤肥力的唯一途径，而应该因地制宜的采取精耕细作措施，创造临时性结构和上虚下实的耕层构造，以调节各个肥力因素。

2.土壤的耕性：是指土壤在耕作过程中所表现出的特性，它是土壤各种理化性状在耕作上的综合反映，也反映了土壤的熟化程度。

我国农民对土壤耕性的好坏标准，归纳成三个方面：耕作的难易，耕作质量好坏，以及宜耕期的长短。

为什么不同土壤有不同的耕性？这主要是由于不同土壤的粘结性、粘着性和可塑性等物理机械性质不同所引起的。粘结性是指土粒与土粒间表现出的一种相互吸引的性能。土粒愈细，分子引力愈大，粘结力也愈强，这是粘土的粘结力大于砂土的基本原因。水分、有机质、结构性等都能影响土粒的有效接触面，所以都影响粘结力。粘结力强的土

壤，难耕而耕作质量不易保证。

粘着性是指在一定的土壤水分条件下，土粒粘着外物(如农具等)的性能，其影响因素和粘结性者相同。当各种条件相同时，水分含量便决定着粘着性的大小，干土没有粘着性，有水时土粒与外物之间有水膜相连，才产生粘着性。如果水分太多，水膜过厚，土粒与外物间的吸引力反而变小了，粘着力就降低，所以旱地湿耕容易沾犁，水田水耕反而不沾农具。

可塑性是指土壤含水适量时，可被外力塑成任何形状，当外力消失后能保持其所获得的新形状的性能。这种性质，只有粘性土壤在一定含水量范围内才会发生，土质愈粘则可塑性愈强。土壤可塑性与耕作质量的关系很大，是粘结性在外力作用下发生变形的一种表现。

归纳起来，土壤的宜耕性受着土壤粘结性、粘着性和可塑性的影响，而这些性质又受含水量多少的影响很大，如含水量在土壤尚未出现可塑性，粘结性最小，粘着性也未表现出来时，耕作最省力，质量也最好。

(二)土壤吸收保肥性和养分状况

1.土壤的吸收保肥能力：土壤有吸收与保持气态、液态和固态养分的能力，例如粪肥盖土后臭味就可减少，化肥施入土壤后大部分可以被保持而不至流失等。

一般说来，土质细、含有机质多的土壤，胶体物质含量多，保肥能力强，养分通过分子引力或静电引力而被吸附在胶体表面。但是磷肥施到土中易发生化学固定，降低了肥效，因为可溶性磷肥易与北方土壤中的钙和南方土壤中的铁、铝生成不溶性化合物，难以被植物利用，所以常常采用磷肥与有机肥混合使用的办法，减少与土壤直接接触的机会，并可利用微生物分解有机质时产生的酸去促进磷肥的分解。另外也可采

用根外追肥。

土壤的这种性质在肥力上有重要意义：既可保存养分，又可陆续供应植物所需。使土壤具有缓冲性和稳肥性(施化肥后肥效不至过猛)。

2.土壤养分状况和调节：植物生长所需的养分，土壤一般都含有，但是对于农业生产来说，大多数都不能满足要求，而要靠施肥来补充。

植物从土壤中不但要获得氮、磷、钾等大量元素，钙、镁等中量元素，还需要种类繁多的微量元素，如锰、铁、硼、铜、锌、钼等。有时由于缺乏微量元素，虽然施用大量其它肥料，仍不能增产甚至减产。

从它们对植物的有效性说，养分可以分成两大类：速效性养分和迟效性养分。速效性养分都是离子态的，可以被植物立即吸收，例如多数化肥和腐熟有机肥的一小部分便是速效性的。迟效性养分是指植物不能立即利用的养分，它们或则是有机态，或则是无机态，要经过分解转化变为速效性，才能被吸收，所以是潜在的养分，例如磷灰石、钾长石、未腐熟有机肥等。养分的转化，首先依靠微生物的生命活动，所以凡是可以影响微生物活动的各个因素如温度、水分、空气、酸碱性、养分、有无毒害物质等，都可影响养分转化的快慢。

调节土壤养分，就是根据作物的需要因土施肥。例如砂性土是热性土，不易保肥，施肥后肥效猛而劲短，作物后期容易脱肥，故应考虑施足有机底肥，追施化肥时宜分多次每次少施，以减少流失。粘土是凉性土，保肥力强，施肥后肥效缓而长，应考虑早期促苗，后期适当控制以防止贪青或徒长倒伏。

(三)土壤水分状况

土壤水分是土壤的重要组成部分，没有水分，土壤中的各种变化便都停止。首先，土壤水分影响着土壤养分的释放、转化、移动和吸收，因此在生产上往往“以水控肥”。其次，土壤水分影响着土壤的通气状

况，水太多时造成缺氧条件，易产生对植物有毒的还原性物质如甲烷、硫化氢等。第三，土壤水分影响土壤的热量状况，水分多时土温不易上升，粘土地发阴就是因为粘土保水力强。第四，土壤水分影响土壤微生物的活动，水多时通气不良，嫌气性微生物活跃，养分释放得少而积累得多。第五，土壤水分影响土壤的物理机械性(粘结性、粘着性、可塑性)和耕性，已见前述。

所以，土壤水分是土壤中极其活跃的因素，能影响和制约土壤中几乎所有的肥力因素和生产性能。

水分是植物的重要组成部分，一般植物体内含水约60—80%。水是植物光合作用的原料之一，光合产物在植物体内转移和分解也必须有水参加。植物吸水大部分用于叶面蒸腾以散热，缺水就会萎蔫以至死亡。

不同土壤对植物供水的能力各不相同，也就是说它们的有效水含量及其低限都不相同。各种作物的总需水量随作物种类及生育期和产量高低而异，尤其在需水的临界期，如果土壤缺水，将对作物的生长发育和产量有巨大影响。

1.土壤水分的类型和性质：下雨或浇水后，水分渗入土壤，进入孔隙。进到大孔隙的水受重力的作用，由上向下渗透，补充到下层土壤甚或进入地下水中。进到毛管孔隙或微孔隙的水，则被毛管引力或分子引力保存于孔隙中。土壤孔隙的毛管作用因毛管直径大小而不同，孔隙直径大于8毫米时，便没有毛管现象。由8毫米向0.1毫米过渡，毛管作用渐显，在0.1—0.001毫米孔径范围内，毛管作用最明显。孔径小于0.001毫米时，孔隙中的水被很强的分子引力所束缚，对植物有效性不大。

毛管水是土壤中最宝贵的水分，不会因重力的作用而流失，它本身所受的引力为0.08—6.25个大气压，比一般作物的吸水力(15个大气压)小许多，所以对作物是有效的。毛管水可以向四面八方运动，由毛管力

小的(即水分多的)地方向毛管力大的(即较干的)地方移动,从土壤下层向上层蒸发面供水,向根的吸水点供水,在供水的同时也供应了溶解在水中的养分。

根据毛管水是否与地下水相连,还可以把它分为两种:

(1)毛管悬着水:在地下水位较深之处,降水或灌溉后,保存在土壤上层毛管孔隙中的水,它与地下水没有联系,好象悬挂在上层土壤一样,所以称为毛管悬着水,当悬着水达到最大数量时,称为田间持水量,这个指标是确定灌溉定额和判断田地是否需要灌溉的依据。

表1 不同质地和耕作条件下的持水量(%)

土 壤 质 地	砂土	砂壤土	轻壤土	中壤土	重壤土	粘土	土 壤		
							耕前	耕后	紧实
田间持水量(%)	10—14	16—20	20—24	22—26	24—28	28—32	23	25	21

当土壤含水量降低到田间持水量的70%左右时,毛管水便断裂而不能运行,只有“根就水”而不能“水就根”,在作物旺长期就要灌溉。

(2)毛管上升水:是指地下水借土壤毛管引力上升而保存在土壤中的水分,一般地下水位在1.5—2.5米左右的,毛管水可以上升到根系活动层,因而可以源源不断供应作物的需要。但是在地下水矿化度过高的地区,毛管上升水到达地表往往是造成土壤盐渍化的主要原因,应该重视。地下水上升能在作物根系层积累盐分达到有害程度时,这时的地下水面距离地面的深度,称为临界深度。改良盐碱土时,一般要求开沟排水淋盐,把地下水位降到临界深度以下,计算时把毛管水上升高度加上安全超高(一般取20—50厘米)。临界深度一般在1.5—2.5米之间。

南方的反酸田、锈水田、烂泥田等,往往也和地下水位高,排水不畅、阴暗潮湿、还原条件强等分不开。

土壤中的水分除毛管水外,还有被土粒吸附得很紧而对植物有效性

表2 不同质地土壤的毛管水上升高度和毛管水强烈上升高度（约值）

土壤质地	砂 土	砂 壤 土	轻 壤 土	中 壤 土	重 壤 土	轻 粘 土
毛管水上升高度（米）	0.5—1.0	2.0—2.5	2.2—3.0	1.8—2.2	小于3.0	小于0.8—1.0
毛管水强烈上升高度（米）	大于0.4—0.8	1.4—1.8	1.3—1.7	1.2—1.5	1.2—1.5	——

小的束缚水（包括吸湿水和膜状水）以及重力水，后者因不能被土壤保持，易造成养分流失，只有在稻田中被不透水层托住的重力水，是水稻有用的水分。

2. 土壤水分对作物的有效性：土壤水分的有效性，受土壤性状、作物根系伸展情况和吸水力等影响，而主要决定于土壤吸水力与作物吸水力之间的对比关系。

当土壤水分减少到一定程度，作物根系吸水困难，茎叶蒸腾所消耗水量大于吸入的水量，以至植物表现永久萎蔫，这时的土壤含水量称为凋萎系数，这个数值因土壤和作物不同而异。

表3 作物和土壤质地与凋萎系数的关系（重量%）

作物	含水量(%)	质地	粗砂土	细砂土	砂壤土	壤 土	重壤土
玉 米			1.07	3.1	6.5	9.9	15.5
小 麦			0.88	3.3	6.3	10.3	14.5
水 稻			0.96	2.7	5.6	10.1	13.0
高 粱			0.94	3.6	5.9	10.0	14.4
豌 豆			1.02	3.3	6.9	12.4	16.6
番 茄			1.11	3.3	6.9	11.7	15.3

作物在不同生育期对水分有不同需求，所以凋萎系数也各异。以上是指一般数值而言。

凋萎系数是作物可利用水分的下限，田间持水量则为上限，因此二者之差即有效水最大含量。除下透雨和灌溉之外，一般大田土壤的有