

一、土壤基本概念

(一) 论说土壤

1、什么是土壤

土壤，是农作物生长发育的基础，是农林牧业的基本生产资料。

一粒种子入土，所以能够发芽、出土、成长，就是因为土壤能够供给它所需要的水分、养分、空气和适宜的温度。人们把能够提供作物生长发育所需要的水分、养分、空气和适宜温度的地球陆地表面的疏松表层，叫做土壤。土壤学上概括为：

“土壤是地球陆地表面能够生长绿色植物的疏松表层。”

2、土壤肥力是土壤的本质特征

土壤肥力，是指土壤为植物生长发育提供营养条件和调节环境条件的能力。土壤肥力，包括土壤水分、养分、空气和温度四个因素，其中水分和养分看做营养因素，温度和空气看做环境因素，水分既是营养因素，也是环境因素。

土壤中的各肥力因素不是彼此孤立的，而是相互联系、相互制约的，只有各肥力因素同时存在、相互协调，才能满足作物生长发育的要求，从而获得稳产和高产。

各个地区土壤肥力高低不同，这就是各肥力因素间协调程度的表现。土壤肥力不是长期停止不变的，而是在各种因素的综合作用下，不断变化着的。我们就是要通过分析研究有关土壤

肥力变化的规律，并运用这些规律来改造土壤，使土壤肥力不断地发展和提高，为作物高产、稳产创造良好的基础条件。

土壤肥力，可分为有效肥力和潜在肥力。种作物时，能被作物当季利用的肥力，叫做有效肥力；虽然存在于土壤中，但不能立即被作物利用的肥力，叫潜在肥力。土壤有效肥力高，只是为作物创造了基础条件，有了高产的可能，但要使作物真正获得高产，还必须依靠各种农业技术措施的密切配合。

3、土壤的形成

土壤是客观存在的历史自然体，这种自然体有它自己发生发展的规律。是在成土母质、地形、气候、生物、时间五种成土因素（其中以生物为主导因素）的综合作用下形成的。

（1）成土母质：形成土壤的母质，就是岩石矿物经过风化作用所变成的碎屑。这里所说的风化作用，就是自然界的岩石在风吹、雨打、日晒和水流的作用下而发生变化，使岩石矿物分化瓦解，成为粗细不同的颗粒与一些能溶解在水中的盐类。

岩石风化以后的产物变为松散状态，有了透水、透气的性能，也有一些可溶于水的矿物质养分。但是它还不具备土壤的本质特征——肥力。所以，叫做成土母质。它是形成土壤的基础物质。这些碎屑有的停留在原处不动，有的可随风力或水流被搬运到远处沉积下来。被风力和水力搬运的母质，由于风力、水力的变化与母质颗粒的大小，可看到明显的“成层”或“成带”的沉积和分布规律。农民对河流泛滥有“远澄河泥，近澄砂”的说法，就是形容河水流速、远近与沉积物粗细的关系。

成土母质的粗细，直接影响土壤质地、土壤的层次排列情

况和土壤剖面性质。它对土壤水、肥、气、热等肥力因素的协调程度，对植物生长发育都有重要影响。母质成分也影响土壤矿物质养分的含量。

（2）地形：地面的起伏或平坦程度，叫做地形。它主要是决定不同地形部位的水热条件。如坡地与平地接受太阳的热量不同（阴坡与阳坡差异更大），地面水与地下水的移动情况也不同。山地母质易受冲刷，土层厚度小，平原水流平缓，母质易沉积，土层厚度大。由于地形影响水热条件的变化，也就引起了植物养分分布的差异，因之，不同地形部位植物群落的分布也不同。

（3）生物：生物，是土壤形成的主导因素。生物因素，包括生长在土壤上的高等绿色植物和微生物，还有在土壤中生活的动物。它们对土壤的形成，有着决定性的影响。

绿色植物和微生物，通过吸收可溶性养分组成有机体，枯死后再分解。这样日久年长，就能把植物营养元素在土壤中集中。同时还可积存起来。因此，就发展了土壤肥力。

植物种类不同，根系吸收水分和养分的深度、利用难溶性养分的能力、生长地上部分有机体的数量与地下遗留的根量都不相同。如森林地区，每年林下有大量枯枝落叶堆积，树根可伸入深层吸收水分和养分，地表有枯枝落叶覆盖层，能保持水分，减少地面蒸腾和水土流失。枯枝落叶腐烂后，可以转化成腐殖质和植物养分。薯类和瓜类在土中遗留根量较少，禾谷类遗留根系较多，豆科绿肥利用土壤中难溶性养分的能力较强，这些植物不同的特点都直接影响土壤形成过程，而使土壤表现出不同的特性。

在土壤中生活的蚯蚓，对土壤肥力也有一定的影响。

（4）气候：气候，是土壤形成的五大因素之一。由于气

候的影响，就产生了不同的土壤地带性分布，并且组成大范围的生物土壤气候带。

土壤在形成过程中，由于受气候因素的作用，特别是受气温、降水、风力、光照等条件的影响，发育着不同的成土过程，因而形成具有不同理化特征的土壤类型。例如，在气候干旱、半干旱地区，降水量小、蒸发量大，土壤中的水分经常处在上升状态，大量的难溶性盐分（主要是碳酸钙）聚积于土壤上层，形成明显的钙积层，表现为弱碱性或碱性反应，这就是干旱和半干旱地带棕钙土、栗钙土及黑钙土的成因类型。而在我国南方降水量大、蒸发量小的热带、亚热带地区，则形成酸性土壤，如红壤、砖红壤、黄壤等等。

气候因素中的热量条件，也是土壤形成过程中的重要条件。它不仅影响矿物质的风化程度，同时还可参与成土作用的辅加过程，形成具有不同特征的土壤亚类。

因此，气候因素在整个成土过程中，与植物构成两大主要成土条件。这在土壤发生发育过程中起着决定性的作用。

（5）时间：以上四个成土因素综合作用的关键，是时间问题。它在土壤形成过程中，具有特殊意义。任何土壤都要有个发展过程。一堆由岩石风化而成的母质，没有肥力，不是土壤。只有经过生物生长，积累有机质，才产生了肥力，才能成为土壤。这样，时间越长，作用就越大。一定的气候条件、地形条件、母质的运动变化和植物的生长发育，经过一定的时间，这对土壤形成都产生重大影响。因此可以说，时间因素体现了一切土壤及成土因素发展变化的过程。

总之，这五种成土因素对土壤形成作用，是互相联系、综合影响的，而它们之间又互相影响、互相制约，其中生物在全过程中起着主导的作用。

4 人类生产活动对土壤肥力发展的影响

前面说到，在五种成土因素综合作用下形成了土壤。未经人类开垦耕种的土壤，叫自然土壤；已被人类开垦耕种的土壤，叫耕作土壤，或农业土壤。

耕种土壤，也要受五大成土因素的影响，但由于人类对土壤特性的认识逐步深入，并掌握了它的发展变化规律，所以能运用农业技术措施，使它向着人类生产需要的方向发展。例如，土壤中水、肥、气、热各肥力因素在自然的气候、地形、母质等因素下不断地运动变化，经常发生矛盾，不能充分满足作物生长发育的需要。但是人类可以通过耕作技术措施，及时调节土壤肥力状况，以满足作物生长发育的要求。

人类的生产活动可以改变自然条件，也能改变土壤发展变化的方向，创造新的土壤类型。例如，改良盐碱地，可以逐步变成轻盐碱地或稳产高产农田。

耕作土壤，是在自然土壤的基础上发展起来的，它又在人类的耕作熟化条件下获得新的特性。因此可以说，耕作土壤（农业土壤）是人类生产劳动的产物。

人类的生产活动，可以有目的、有计划地调节和提高土壤肥力。这与自然因素对土壤肥力的影响不同。人能在认识自然规律的基础上，在一定的条件下，充分发挥自己的主观能动性，积极控制自然因素，发展它的有利方面，限制它的不利方面，采取有效措施，迅速提高土壤肥力。但是，人的生产活动如果违反自然规律，又不能因地制宜地采取科学的技术措施，不仅不能提高土壤肥力，反而会降低土壤肥力，得不到增产的效果。所以，应该认真研究影响肥力的每个因素，采取科学方法进行调节，促使肥力不断提高，为作物持续获得高产、稳产，创造良好的土壤条件。

(二) 内蒙古主要土壤类型 与分布

内蒙古地区地域辽阔，自然类型繁多，南北纬差大，所以生物气候因素有很大的差异，故形成明显的土壤水平地带性分布。自东北向西南由于生物气候带的分异特点，依次分布着黑土带——黑钙土带——栗钙土带——棕钙土带——灰漠土带——灰棕荒漠土带。自治区南部边缘自东向西断续分布有褐土带——黑垆土带——灰钙土带。在各水平地带内，相对高度较大的山地，土壤垂直带分异也较明显。根据内蒙古自治区土壤普查办公室1983年1月重新修订的《内蒙古自治区土壤工作分类方案》全区共有土类22个，各土类的适宜性和限制性差异很大。

1、平地土壤

平地土壤包括黑土、黑钙土、栗钙土、灰钙土、棕钙土、灰漠土、褐土、黑垆土、灰棕漠土等地带性土壤。除此而外，尚有风沙性土壤和草甸土、沼泽土、盐土、碱土、水稻土等隐域性土壤。

(1) 黑土：主要分布在大兴安岭东麓山前丘陵平原。西与大兴安岭东坡的暗棕壤相连，或镶嵌交错，南与黑钙土互接，在干旱地区，垂直带谱上亦有分布。

气候特点是，冬季漫长、严寒而湿润；夏季短促、炎热而雨量集中；春季多风而少雨；秋季凉爽而晴朗。严冬由11月中至翌年4月中旬，长达5个月。土壤结冻期长，冻层深达1.5—2.0米左右，自然植被有草甸、草甸草原和草原3种主要类型。草甸草本植物多为多年生禾类杂草，植物种类繁多，生长茂

盛，有“五花草塘”之称。成土母质，为第三纪、第四纪山前洪积平原的砂砾粘土层，而以第四纪更新世砂砾粘土层分布最广。机械组成中，以粗粉砂（0.05—0.01毫米）和粘粒为主。也具有黄土的特征，故一般称为黄土状母质或黄土性粘土。

这类土壤具有明显的黑色或灰黑色腐殖质层（A），厚度约30—70厘米，深厚层黑土可达1.5米，土壤肥力高，有机质含量一般在4—10%。团粒状或粒状结构，质地粘重，多为壤土和粘土，pH值5.6—6.6。

（2）黑钙土：主要分布在大兴安岭山地西麓，呼伦贝尔高原的北部和东部以及其它地区的垂直带上，在大兴安岭东麓丘陵地区也有少量分布。

气候属半湿润森林草原和草原环境。夏季湿润多雨，冬季寒冷多雪，冻层达1.5—3.0米。植被属于禾本科为主的杂草类草甸草原。成土母质主要是黄土状和砂黄土状冰水沉积物，以及各种基岩风化物，其中以中酸性火成岩残积—坡积物为主，其次还有洪积—冲积物。土壤水分属半淋溶类型，具有腐殖质积累和钙积化成土过程。

土层较深厚，腐殖质层黑色、黑灰色或暗棕灰色，结构粒状或团粒状，厚度为30—80厘米。有机质含量在4—5%之间，土壤含水量多，pH值6—7，显中性反应。黑钙土大部分为壤土，自然肥力较高。

（3）栗钙土：栗钙土是内蒙古地区分布最为广阔的土壤，也是农牧业生产中最主要的土壤资源。主要分布地区有：呼伦贝尔盟的西南部，锡林郭勒高原大部，乌兰察布高原南部，鄂尔多斯高原东半部，以及大兴安岭南麓的山前丘陵地带。

地形多为高原，海拔200—1500米。母质多种多样，气候

属半干旱大陆性气候。植被属草原类型，由多年生禾本科为主的杂草类及灌木草原组成。腐殖质层为栗色或灰棕色，一般厚度20—40厘米，多为粒状结构，钙积层呈灰白色、楞块状。pH值一般在7.5—8.5之间，呈微碱性或碱性反应，有机质含量为2—4%，肥力中等。

(4) 褐土：褐土，是暖温带半湿润地区森林灌木草原下生成的土壤。主要分布在昭乌达盟（赤峰市）南部和哲里木盟南端的黄土丘陵区，面积较小。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 3200° ，年降雨量在500毫米以上，湿润度在0.6左右，垦殖率高，几乎没有天然植被。

腐殖质层一般呈暗灰色或灰棕色、褐色，粒状、团粒状结构，厚度一般为30—40厘米，有机质含量较高，在4—7%，下部有较明显的粘化层，pH值为7.3—8.0，深层可高达8.5—9.0。

(5) 黑垆土：零星分布于内蒙古地区西部的黄土丘陵区。土壤侵蚀轻微，地形较平坦，多属黄土塬川地貌。平均气温 $8-10^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3000° 上下，年降水量300—500毫米。多发育在黄土母质上，形成深厚的腐殖质层，具有隐粘化的特征，并有碳酸盐淋溶和淀积现象。典型剖面仅在局部的侵蚀沟源头可以看到，呈小斑状或侵蚀残墩状存在。

腐殖质层一般可达60—100厘米，有机质含量在1—3%，pH值为8—9，自然生产力较低或中等。

(6) 棕钙土：主要分布锡林郭勒盟、乌兰察布盟、伊克昭盟等地区的西北部，呈东北—西南带状走向，在狼山、贺兰山山地也有零星分布。气候属温带较干旱的大陆型，由于降水稀少，旱作农业困难，属无灌溉条件的、无农业的草原区。自然植被为小丛状的荒漠草原，向西荒漠灌木成分增多，并逐步过渡为草原化荒漠类型。成土母质类型复杂，土壤质地以轻、粗

粒状为其共同特点。

腐殖质层一般厚15—25厘米，土壤贫瘠，有机质含量低，多在0.5—1.5%之间，结构性差，碳酸钙从表层开始便有明显的积累，而钙积层的碳酸钙含量可高达20%以上，pH值在8.5—9.5之间，机械组成为砂土或砂壤土。

(7) 灰钙土：主要分布在伊克昭盟的西南边缘地带，分布范围很小。植被为多年生禾草、旱生灌木组成的荒漠草原。

表土常覆盖不同程度的风积砂，腐殖质层厚60厘米左右，呈浅黄棕至浅棕灰色，钙积层在剖面30厘米以内出现，pH值在8—8.5之间，土壤肥力较差。

(8) 灰漠土：主要分布于巴彦淖尔盟和阿拉善盟交接地带。是温带漠境边缘，属细土母质发育而成的土壤。气候干旱，降雨稀少。植被多为琵琶柴、琐琐和蒿属为主的旱生、超旱生小灌木荒漠类型，覆盖度在10%左右。

土壤表层有荒漠结皮、厚约5—10厘米，灰白色、海绵状孔，呈层状，强烈石灰反应，干时坚硬。有机质含量0.3—0.7%。

亚表层，便是微红色铁质化的坚实层，强石灰反应，有白色的结晶状或纤维状石膏聚积，微显棱柱状结构，底层便是盐分聚积层。

(9) 灰棕漠土：它是暖温带极端干旱荒漠地带的土壤。主要分布在阿拉善盟的西部和西北广大的戈壁地区。

灰棕漠土的形态特征，通常地表有砾幕覆盖，表层有不太明显的孔状荒漠结皮，有机质含量极低，通常<0.3%。在结皮下为红棕色，玫瑰红的铁质染色层，厚约3—8厘米。碳酸钙在表层最多，结皮层以下便有石膏积聚，呈结晶状、纤维状、胡须状等，剖面下部含有盐分甚至可形成盐盘。

(10) 草甸土：草甸土因受地下水季节性变动的作用，剖

15

2

(1)

5—10

pH 5—6

(2

7

3

50

部土层为棕色，多含小角石砾，土体中有明显的灰白色二氧化硅粉末附着。pH值4.5—5.5，土壤肥沃，是较好的林业土壤。

(3) 灰色森林土：主要分布于大兴安岭北部西坡，大兴安岭南段山地东坡，垂直带上部也有断续分布，在土被组合上，常与淋溶黑钙土组成复区。生物气候，属温带半湿润森林向草甸草原过渡地带。地形以中低山为主。成土母质，多为玄武岩、安山岩、花岗岩、流纹岩和粗面岩的残积——坡积物。湿润度 >0.8 ，自然植被，以阔叶树白桦、山杨次生林为主，有时有落叶松、樟子松等针叶树种参加，林下有多种灌木、草本等。腐殖质层比较深厚，一般可达40厘米左右，淀积层不甚明显。团粒状或小核状结构，有机质含量高达7—13%，个别地区低于7%。pH值5.5—6.7，土壤肥沃，是林业的重要土壤资源。

(4) 暗棕壤：主要分布于大兴安岭东坡、阿尔山索伦以北的低山丘陵地区。气候温和湿润，冬季寒冷，冻层1—2.5米，无霜期95—130天，湿润度 >1 。

地形以低山丘陵为主。成土母质多为花岗岩、花岗片麻岩、安山岩的残积——坡积物，部分为砂岩、页岩和玄武岩残积——坡积物，一般母质较粗，土层较薄。

自然植被主要为夏绿阔叶林，部分为针阔叶混交林，林下灌木以棒子为主。

地表为枯枝落叶层，厚3—5厘米，下为腐殖质层，厚10—20厘米，质地粘重，核状或核块状结构，全剖面无石灰反应，pH值5—6之间。腐殖质累积、粘化和盐基淋溶均较明显，但灰化过程不明显。

(5) 棕壤：主要分布于赤峰市南部山地和大兴安岭南段东坡一带。分布高度，赤峰市南部山地约在海拔1000—1200米以上，大兴安岭南段约在海拔800米以上出现，分布零星，多

与黑钙土成复区，并与灰色森林土、栗钙土等组成土壤的垂直带谱。

地形多为陡峻的山坡和熔岩台地的边坡。成土母质，以花岗岩、片麻岩、砂页岩和玄武岩等残积坡积物为主，少数为黄土状物。

自然植被，为夏绿阔叶林和针阔叶混交林。腐殖质层厚20—30厘米，有机质含量5—10%，个别可低到2%以下，下部有明显的棕色淀积层。pH值一般为7左右，母质层为5—6.5。有较高的土壤自然肥力。

（6）灰褐土：灰褐土，是干旱、半干旱地区山地垂直带的森林土壤。主要分布在内蒙古西部的蛮汉山、大青山、乌拉山、狼山、贺兰山一带，出现在海拔1500—2200米的中低山山地上。自然植被，主要为夏绿阔叶次生林和针阔混交林，其次有山杏、野刺梅等。腐殖质层30—50厘米，淀积层不明显，有弱粘化现象。这类土壤适宜林木生长，是发展林业生产的基本资源。

（三）土壤理化性质与肥力的关系

土壤中水、肥、气、热各肥力因素是否协调，主要与土壤的物理性质、化学性质有关。研究土壤，就是要对土壤的这些情况进行剖析。

1、土壤颜色

土壤颜色是土壤形态当中最容易觉察的一种，土壤颜色既可使入了解土壤肥力水平，又可反映土壤内部性质。土壤的颜

色有黑、白、红、黄四种。它们之间的关系如图1—1。

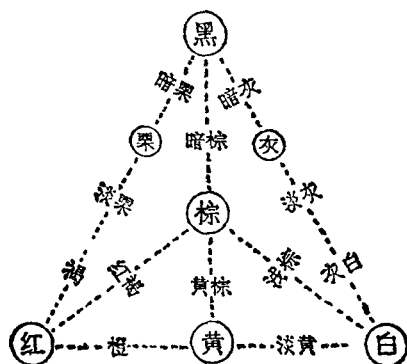


图1—1 土壤颜色之间的关系

黑色：因土壤腐殖质多，一般情况下，土壤越黑含有机质越多，土壤越肥沃。

白色：是因土壤含石英或白云母多，这是缺少养分的低肥力土壤。

红色和黄色：是因土壤中铁质氧化物所致。氧化铁水化后由于含水的程度不同，易表现不同的颜色。含水少的显红；含水多的显黄色；在红、黄色土壤中如增加了腐殖质，颜色即随腐殖质含量增加而渐深，土壤肥力也相应提高。但也有特殊情况，有的土壤中腐殖质含量并不多，只是含锰或煤屑较多，而使土壤发黑，这种土壤肥力也不高。

在野外辨认土壤颜色时，常因光线的强弱、光线与地面所成的角度、站立的方向（向光或背光）位置以及干湿程度不同而有出入。所以，记录时要注明土壤干、湿程度和当时的情况。

2. 土壤质地

土壤中各种大小不同的土粒，以不同的比例组成土壤矿物质部分。用手抓一把土，就会感觉粗细不同。这种性质，就叫土壤质地。

(1) 土粒分级：土壤中土粒的大小不同，成分和性质不同，把土粒按直径大小划分为若干组（等级）。这种划分法叫土粒分级，也叫粒级分类。

世界各国粒级的划分均有不同的标准。我国分为五级，见表1—1。

表1—1 我国土壤粒级划分

粒 级	名 称	粒 径 (毫 米)
石 块	石 块	>10
石 砾	粗 砾 细 砾	$10-3$ $3-1$
沙 粒	粗 沙 细 沙	$1-0.25$ $0.25-0.05$
粉 粒	粗 粉 细 粉	$0.05-0.01$ $0.01-0.005$
粘 粒	粗粘粒 细粘粒	$0.005-0.001$ <0.001

根据全国第二次土壤普查技术规程要求，土粒分级全国统一采用苏联卡庆斯基划分标准，见表1—2。

(2) 土壤质地分类：土壤质地，是由几种粒级的颗粒组成。按照土壤中含有各种土粒组成的百分数进行分类，叫土壤质地分类。现把我国采用的苏联卡庆斯基土壤质地分类标准与《中

表 1—2

卡 庆 斯 基 土 壤 粒 级 分 类

粒 级	名 称	粒 径 (毫 米)
石 块	石 块	≥ 8
物理性沙粒	砾	$3-1.0$
	粗沙	$1.0-0.5$
	中沙	$0.5-0.25$
	细沙	$0.25-0.05$
	粗粉沙	$0.05-0.01$
物理性粘粒	中粉沙	$0.01-0.005$
	细粉沙	$0.005-0.001$
	粗粘粒	$0.001-0.0005$
	细粘粒	$0.0005-0.0001$
	胶 粒	<0.0001

国土壤》提出的我国土壤质地分类标准分别列表为 1—3、1—4。

在田间鉴别土壤质地时，可用手指法，即把土壤放在大母指和食指间，稍加水进行搓捏，凭手指的感觉和搓捏成的形状，来鉴别土壤的质地标准。应用这种方法，在经过长时间的实际锻炼，积累一定的经验后，可以具有很大的准确性，见表 1—5。

(3) 土壤质地与土壤肥力：土壤质地不同，可形成不同的孔隙状况，对土壤中水、肥、气、热的变化及土壤耕性都有很大影响。

砂土类：含砂粒多，大孔隙多，但总孔隙量少，土质松易

表 1—3

我国土壤质地分类标准

质地组	质地名称	颗 粒 组 成 （ 粒 径： 毫 米 ） %		
		砂 粒 1—0.05	粗 粉 粒 0.05—0.01	粘 粒 ＜0.001
砂土	粗 砂 土	＞70	—	
	细 砂 土	60—70		
	石 砂 土	50—60		
壤土	砂 粉 土	＞20	＞40	
	粉 土	＜20		
	粉 壤 土	＞20	＜40	
	粘 壤 土	＜20		
	砂 粘 土	＞50	—	
粘土	粉 粘 土	—	—	30—35
	壤 粘 土			35—40
	粘 土			＞40

耕作，毛管作用弱，通气透水性强，保水能力差，土壤中水少空气多，昼夜温差大。因通气条件好，有机质分解快，但保肥力弱，养分易淋失。因此，砂土类土壤的一般特点是通气性好、缺水、养分少、土温高，但不稳定。

这类土壤的生产特点是不保肥、不保水、易旱。种作物时，发小苗不发老苗，结籽少、秕粒多，宜种花生、薯类作物。花生果针易入土、薯块易膨大。

这类土壤肥力较低，应采取改良措施。通常是根据本地条件，采用掺粘土，施河泥，沟泥，增施有机肥料，种植绿肥作