

File No. 69

土壤和植物

土壤是覆盖在地球表面岩石层上方的松散状堆积物。主要成分是岩石风化后产生的粗粒状一次矿物以及一次矿物经过变质作用和变成作用而生成的微细粘土矿物（二次矿物），再加上生物残骸等粗大有机物和微生物活动生成的腐殖质等的混合物。

构成土壤骨骼是粗粒状的一次矿物，矿物颗粒之间存在空隙，空隙里充满了土壤溶液和土壤空气。矿物，溶液和空气组成了土壤的 3 相，分别称为土壤固相，土壤液相和土壤气相。土壤固相是岩石风化后的一次矿物和一次矿物衍生成的粘土矿物。土壤液相的主成分是水，其中溶解了多量的无机盐类和部分有机物。土壤气相的主成分是氮气，二氧化碳和水蒸气，因为土壤生物和植物的呼吸，导致土壤空气中的氧气要比大气中的氧气浓度低很多。另外，土壤空隙中还生存着许多微生物和小动物，它们直接参与了土壤有机物的生成和分解过程。

地球的自然环境由地壳表面的岩石圈，水圈，大气圈，生物圈，土壤圈这 5 个部分组成。土壤圈将其他 4 个圈紧密地联系在一起，形成了整个自然界的生态系和物质循环的基础。

土壤是农业生产的前提，土壤的好坏直接支配着农作物的生长和收获量，影响到人类的生存。从历史上看，古代文明全部是在肥沃的土壤和丰富的淡水资源的基础上发祥的，而古代文明衰退的主要原因也是因为人口膨胀引起的森林采伐和过度的耕作放牧等导致土壤侵蚀，造成水土流失，耕地质量劣化，收获不到足够的粮食来扶养民众，最终结果则是引起战争和内乱，造成文明崩毁。

进入到现代社会后，随着农业生产技术的进步，虽然出现了不需要土壤的水耕栽培和植物工厂等先进的栽培方式，但是栽培成本高，能够栽培的农作物种类有限，农业生产依然离不开土壤。

植物生育必不可缺的要素是光，温度，空气（二氧化碳和氧气），水，养分元素共 5 种，并不包括土壤。但是，除了水生植物外，若没有土壤的话，陆生植物不能自立，也无法吸收水分和养分。对于植物来说，土壤起着以下所述的重要作用（图 1）。

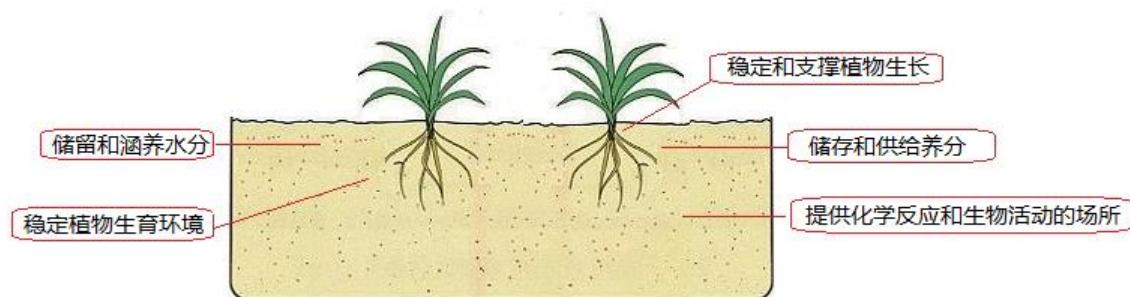


图 1. 土壤在植物生育上起到的作用

1. 作为稳定和支撑植物生长的基盘

植物将根系扎在土壤里，自身就可以固定在地面上，保持整个植株的稳定。若没有土壤的话，植物就不能自立。植物根系在土壤中的深度和广度与植物种类有关，同一植物种类的话，

则主要受到土壤的物理性质的影响。通常，越是土层深厚，土质松软的土壤，生长在其上的植物根系就越发达，伸展的更深更广。另外，植物地上部的高度和茎叶的展开范围与根系在土壤中的深度和广度成正比例。

另一方面，盘踞在土壤中的根系能够巩固土层，加上堆积在地面上的落叶和枯枝可以防止降雨带来的土壤侵蚀和滑坡塌方，有助于保土保水。

2. 储存和供应植物养分

植物生长所需的 16 种必须元素中，除了碳和一部分的氧可以通过光合作用从大气中获得外，其余的元素全都必须通过根来吸收。除了使用培养液之类的水耕栽培之外，植物根所吸收的养分基本上都是来自土壤。土壤能够积储大量的养分，只要注意及时施肥，补充土壤缺失的养分的话，植物基本上可以依照自身的生长需要从土壤中获得足够的养分。土壤的养分储存能力与土壤种类，土壤胶体，腐殖质等土壤物理性和化学性有关，特别是土壤 CEC（阳离子交换容量）强烈地影响着土壤的养分储存功能。

3. 储留和涵养水分

土壤内部有许多空隙，是一种多孔性物质，能够将液体吸入保存在这些空隙里。土壤因为具有强力的吸水性和保水性，能够吸附雨水，抑制地面水流，涵养水分。吸收后多余的雨水则会渗入到地下补充地下水。涵养在土壤中的水分除了供给植物吸收利用外，在干燥和高温时还会慢慢地变成水蒸气蒸发，在一定程度上维持着土壤的温湿度，给植物生育保持一个稳定的环境。

土壤的水分涵养能力与土壤种类，孔隙率等土壤的物理性有关。一般来说空隙大，孔隙率高的土壤透水性好，能够接纳更多的雨水，而空隙小，孔隙率高的土壤则保水性高，能够长期储留土壤水分。对于植物来说，透水性好，保水能力也高的土壤是最理想的。即土壤孔隙率较高，大空隙和小空隙并存的土壤是良好的土壤。

4. 提供化学反应和生物活动的场所

土壤中不断地发生着各种物理，化学反应和生物活动，例如无机养分的溶解和离子化，有机物的分解和无机化，氮的氨化作用和硝化作用等。这些反应都是以土壤为基础，介于水或土壤生物进行的。土壤的物理性，化学性和生物性对土壤中的这些反应有很大的影响，其中土壤微生物起着很重要的作用。

通过土壤中的各种反应，土壤中的各种物质经过复杂的转化过程变成易于吸收利用的形态而被植物吸收利用。若没有土壤，植物-土壤之间的养分循环也难以实现。

5. 稳定植物生育环境

土壤与岩石圈，大气圈，水圈和生物圈密切相连，土壤可以缓冲其他自然圈中发生的物理，化学和生物方面的反应而带来的物质循环，理化学性质等变化的影响，给与植物一个稳定的

生育环境。土壤的物理性，化学性和生物性对土壤的缓冲性能有很大的影响，直接关系到植物生育环境的稳定性。特别是生活在土壤中的多种多样的微生物起着重要的作用。

因为土壤是陆地生态系的基础，对于人类来说则是提供食物，维持种族生存的根本。在日本，土壤的养分和水分供给能力被称为「地力」。通过改良土壤，提高地力，使它能够充分提供农作物所需养分和水分是农业生产上的重要措施。日本农业所提倡的「造土养地」指的就是提高地力。

「造土养地」的要点就是改善土壤的物理性，化学性和生物性，使这 3 项因素之间达到平衡来提高地力。图 2 显示了土壤的物理性，化学性和生物性与地力之间的相互关系。



图 2. 土壤物理性，化学性，生物性与地力的相互关系

土壤的物理性是指土壤的各种物理指标的性能，主要有透水性，通气性，保水性，耕作性等。改良的目标是让这些土壤的物理指标能够满足作物根的生长和扩张，使得养分和水分吸收功能达到最佳状态。

影响土壤物理性的是土壤 3 相（固相，液相，气相）的构成比例。通常，土质肥沃，耕作容易的土壤中固相比例约在 40% 左右，液相和气相共占 60%。液相和气相之间的关系互为增减，其份额因降雨和灌溉而变化。但是，为了维持作物的正常生长，除了降雨后的短暂时期外，土壤气相至少要达到 20% 以上。

要改善土壤的物理性，施用堆肥，腐殖酸等有机肥料以及蛭石，珍珠岩等多孔性矿物，提高土壤液相和气相的比例是相当有效的。

土壤的化学性是指土壤 pH, 土壤 CEC, 土壤氧化还原性, 磷酸固定能力, 是否含有妨碍

植物生长的有害物质等与植物生育直接有关的各种化学性质。土壤中的粘土矿物，腐殖质，土壤胶体，土壤盐类等的种类和含量对土壤化学性有很强的影响。

要改善土壤化学性，首先需要进行土壤分析（土壤诊断），依照土壤分析的结果，投入堆肥和腐殖酸等有机材料来提高土壤 CEC（阳离子交换容量），施用石灰等来调节土壤 pH，通过深耕来改良氧化还原性，通过除盐来减轻土壤盐分积累等。

土壤中生活着多种多样的生物（小动植物，原生动物，微生物等），它们控制了土壤的生物性。施用到土壤中的有机物，包括留在耕地里的作物的茎秆，残根等都需要经过土壤生物的分解，生成腐殖质或分解成无机物。这些分解产物一部分被作物吸收，一部分积储在土壤里，可以有效地改善土壤物理性和化学性。

在有机物的分解过程中，土壤微生物也会产生某些对植物生育有效的物质，促进作物生长。土壤中的有益微生物还能够抑制有害微生物的增殖，减少病害的发生。有机物分解生成的腐殖质和蚯蚓等土壤动物排出的粪便等还能够增加土壤 CEC 和缓冲能力。

土壤的生物性是由多种多样的土壤生物的活动来承担的。施用有机物和堆肥能够给土壤生物提供食物，促进微生物的繁殖。通过微生物的相互制衡，可以预防病原性微生物的大发生，有助于农作物的生育。

能够将土壤物理性，化学性，生物性保持在一个良好的平衡状态下的土壤，是地力高的土壤，是最适合农业生产的土壤。

关于土壤的物理性，化学性和生物性，可参考本书的「土壤物理性与施肥」，「土壤化学性与施肥」，「土壤生物性与造土养地」这 3 编文章。