

改良土壤的方法和手段

改良土壤是指通过某些手段来对土壤的物理、化学、生物性质进行改良和改善，给农作物创造出一个有利于其生长的土壤环境。改良土壤的最终目的是为了调理出一个在物理性质上具有适当土壤空隙，排水性和保水性适中，透气性好，耕作土层厚，没有妨碍耕作的石块和粗大异物，土质松软适宜耕作的土壤，在化学性质上则土壤 pH 维持在微酸性到中性的范围，保肥能力强，各种养分含量丰富的肥沃土壤，在生物性质上则栖息有多种土壤生物（土壤小动物和微生物等），有机物可以顺利地分解和无机化，能够抑制土壤病害和连作障碍发生的土壤环境。在日本，改良土壤的工作又被称为「土づくり」，翻译成中文的话就是「造土养地」。

水田和旱地因种植的种类和耕作方式不同，改良土壤的方法和手段亦有很大的差异。此外，旱地亦因所种植的农作物种类不同而又可区分为大田和菜地（包括家庭菜园），其改良方法和手段也有较大的差异。本节对如何改良土壤水田和旱地（主要是菜地）进行简单地解说。

一、水田的土壤改良

水田的特点是在水稻栽培期间内基本上都处于潜水状态。水田土壤因长期潜水而容易出现缺氧，特别是水田的中层土和底层土因缺氧而多处于还原状态，形成了“潜水灰粘层”。水田的土壤生物相也比较简单，中下层土基本上生息的都是厌氧性微生物，很少有好氧的微生物和小动物，只有表层土有少量的好氧性微生物和小动物。由于水田里的灌溉水不断地流动和渗透，因此很少发生土壤病害，不易出现连作障碍。此外，在潜水状态下土壤无法形成和维持团粒结构。因此，水田的土壤改良主要以改善土壤的物理性质和化学性质为目的。

对于水稻种植来说，理想的水田土壤需要满足以下的条件。

1. 地下水位低于 50~70cm，能耐强湿，容易排水干田。
2. 耕作土层的厚度约为 15~20 cm。
3. 包括耕作土层在内，田面下 50cm 以内的土层没有可以妨碍根系生长的硬土层或致密土层。
4. 土壤的保水性和透水性保持在良好的平衡范围内，田里水面的下降速度约为每天 20~30mm。
5. 在水稻种植期间里，土壤能够稳定地保持一定的氮养分供应量。
6. 保肥能力好，养分流失少。
7. 土壤的磷固定系数低，有效磷含量较多。
8. 含有较丰富的有效硅和微量元素等，可以满足水稻对硅和微量元素的需求。

下面的六种水田在土壤的物理性质和化学性质上存在一些问题，会妨碍水稻的生长，难以获得高产，需要进行改良。下面对这六种水田的特征和问题所在，以及改良方法和手段进行简单的介绍。

1. 砂砾质水田（渗漏水田）

特征： 主要分布于河流上游至中游沿岸的冲积低地。耕作土层为砂土和砂壤土，犁底层以下

的心土是主要由砂砾组成的土层。耕作土层薄，腐殖质含量很低，耕作层的下层会出现斑纹状的还原铁，犁底层可见铁的积累。透水性太好，田里水面的下降速度达到每天 50mm 以上。保肥能力差，养分含量低，水稻在成熟前易出现早衰现象，产量低。

改良方法和手段： 最好是将其转换为旱地栽种其他作物。如果无法转换为旱地的话，可通过掺加客土（来自其他地方的粘土）来提高保水性。通过施用堆肥和腐植酸等有机物以及膨润土等粘土矿物作为土壤改良资材来增强土壤的保水和保肥能力。通过施用硅酸质肥料和转炉矿渣等含铁质和硅质的资材以及钙镁磷肥等来补充养分。通过碾压等方法来紧固犁底层以降低其透水性。

2. 老朽化水田

特征： 多分布在沿着冲积低地的河岸和冲积扇部。亦有分布于山地和丘陵的山坡斜面以及平坦高原上。耕作土层的土质为砂土和砂壤土，土色为灰色，容易出现还原状态。透水性好，铁、锰等被溶脱积累在下层心土中。由于耕作土层中的铁含量少，在潜水状态下，下层土容易出现还原状态，硫酸根与氢离子结合生成有害的硫化氢。保肥能力差，养分含量低，水稻在成熟前易出现早衰现象，产量低。

改良方法和手段： 可通过掺加客土（来自其他地方的粘土）来提高保水性。通过施用堆肥和腐植酸等有机物以及膨润土等粘土矿物作为土壤改良资材来增强土壤的保水和保肥能力。通过施用硅酸质肥料和转炉矿渣等含铁质和硅质的资材以及钙镁磷肥等来补充养分。亦可以种植绿肥作物等来补充土壤有机物。

3. 黑泥土和泥炭土水田

特征： 主要分布在寒冷地区的山麓、沿海湿地、平原的低洼地以及高原的沼泽地。耕作土层堆积了大量的芦苇、水草、苔藓等水生植物残骸，腐殖质含量可高达 20%以上，土色为黑色或深棕色，干燥时容重较低。黑泥土和泥炭土的区别是，泥炭土的特征是尚有肉眼可见的植物残骸，黑泥土的特征是植物残骸被高度分解，肉眼已经看不到了。黑泥土和泥炭土具有很好的保水性和较低的土壤承载力。土壤呈强酸性，可释放出较多的氮养分，交换性阳离子含量很低。

改良方法和手段： 通过掺加大量的客土（来自其他地方的土壤，掺加量 100~150 吨/1000m²）来增加土壤交换性阳离子，增加土壤容重和加大土壤承载力。通过修建排水明渠改善水田排水。通过施用熟石灰等石灰质肥料来调节土壤 pH 值。

4. 灰烬土（火山灰土）水田

特征： 分布于火山山麓、火山灰高原、火山地区的流域盆地等。耕作土层为壤土~粘质壤土，容重较低，富含腐殖质，颜色呈黑色。耕作土层的下面可能会出现有由火山浮石或火山熔岩组成的地层。含有大量的有机物，容易被还原。透水性高，铵态氮和钾易被溶脱流失。土壤的磷固定系数高，有效磷少。

改良方法和手段： 可采用施用钙镁磷肥等枸溶性磷肥来补充有效磷。漏水较多的水田可通过

碾压等方法将底土压实，紧固犁底层以降低其透水性。通过掺加富含粘土的客土或施用膨润土或转炉矿渣等粘土矿物来改善土质。

5. 强湿水田（强潜育灰壤土水田）

特征：主要分布于河流下游的低洼地。由于地下水位高，中层土和下层土呈很强的还原状态，容易产生有机酸和硫化氢。土壤呈灰黑色或青灰色，并散发出类似硫化氢特有的臭鸡蛋似的气味。土壤松软粘着性强，犁底层不明显，土壤承载力低，难以进行机械作业。水稻根系伸展不良，容易出现烂根现象。

改良方法和手段：修建排水明渠改善水田排水，修建暗渠来降低地下水位。收获后采用排水干田方法来解消土壤的还原状态。通过掺加客土、转炉矿渣、蛭石、砂子等来改善土质。

6. 重粘土水田

特征：主要分布于河流下游的冲积地、围垦地等沼泽地和多湿低地。粘土含量很高，透水性极差，排水不良，还原度较高，耕作土层呈灰黑色或青灰色。耕作层的土质软滑粘度大，耕作层下面的底层土坚硬，特别是犁底层更为坚硬形成了致密的不透水层，很容易造成积水。

改良方法和手段：修建排水渠改善水田排水，冬季排水干田以解消土壤的还原状态。施用转炉矿渣、蛭石、砂子等来改善土质。种植绿肥作物等补充土壤有机物。

上述六种类型之外的水田，一般情况下无需对土壤进行特别的改良，只需要注意在收割水稻后尽快进行翻耕，翻耕时保持适当的土深（15~20cm），将残留的秸秆、谷壳等翻犁入土壤内即可。早期翻耕还有助于抑制杂草，减少野生动物和福寿螺等有害生物的入侵和繁殖。另外，尽量在收获后实行排水干田，可解消土壤的还原状态，促进土壤有机物的分解。如果能在秋冬休耕时期种植紫云英或燕麦等绿肥，可改善土质，增加土壤有机质，有助于增强土壤的保肥力。

二、旱地的土壤改良

若旱地的土壤能够满足以下 7 项标准，就属于良好的土地，适合栽培大田作物。

1. 耕作土层厚，土壤硬度低，容重轻，作物能够充分地伸展根系。
2. 保水和保肥性能好。
3. 透水性和透气性好，大雨过后水分渗透快，不易积水。
4. 土壤酸碱度适中，pH 值在 5.5~7.0 之间。
5. 没有碎石和大块岩石、树根等妨碍耕作的粗大异物。
6. 富含腐殖质，土壤微生物和土壤小动物多，具有良好的土壤生物相。
7. 土壤团粒结构的比例高。

事实上，完全具备有上述七项标准的旱地土壤并不多见。在各种土壤类型中，砂壤土和壤土因为构成土壤的砂土和粘土量保持在一个良好比例上，保水性和透气性好，保肥力较高，适合用于种植大田作物。

小麦、玉米、大豆等大田作物因为是大面积进行种植，耕作比较粗放，多着重于产量，收

获物的价格不高。因此，对大田作物进行土壤改良费时费力，难以採算，所以不必强行实施。但对于专用于种植蔬菜的菜地来说，因为蔬菜栽培周期短，农户和消费者更看重收获物的外观和味道，良好的土壤环境有助于蔬菜生长和提高收获物的品质，所以更应注重对菜地土壤的改良。

对小麦、玉米、大豆等大田作物来说，施用堆肥和腐植酸等有机物以及膨润土等粘土矿物等可以提高土壤的保肥力和保水性，增强土壤的养分供给能力。但很难提高土壤团粒结构的比例。通常，采用小麦或玉米等谷类作物和大豆等豆类作物进行轮作，在收获时将作物残茬和秸秆等残留在地里，可以增加土壤有机质，丰富土壤生物群。采用不进行翻耕整地的免耕种植方式，可以保持住土壤水分，减少耕作和干燥对土壤团粒结构的破坏。免耕种植方式已在美国、加拿大、澳大利亚等国家的大规模农场得到普及，给土壤带来的好处亦得到了证明。但是，即使是采用免耕种植方式，每隔几年也需要深耕一次，以免土壤板结硬化。

对于蔬菜栽培来说，有 4 种类型的土壤会妨碍蔬菜的生长，降低产量，需要进行改良。这 4 种问题土壤的特征和问题所在，以及改良方法和手段介绍如下。

1. 灰烬土

特征： 分布于火山山麓、火山灰高原等火山地区。土壤母质为火山灰、耕作层为壤土~粘质土（殖土），容重较低，富含腐殖质，颜色呈黑色。耕作土层下的心土可能会出现有由火山浮石或火山熔岩组成的地层。含有大量的有机物，透水性高，铵态氮和钾易随雨水溶脱流失。土壤的磷固定系数高，有效磷少。

改良方法和手段： 通过深耕和粉碎心土来改善耕作层的物理性质。通过土壤诊断来施用适当的石灰质土壤改良资材，选择肥料种类和调整施肥量来改善土壤的化学性质。通过施用堆肥等有机质，种植绿肥等来改善土壤的生物性质等。

2. 强潜育灰壤土

特征： 主要分布于河流下游的低地平坦地区。由于地下水位较高，中层土和心土往往会出现还原现象，土色呈现灰黑色或青灰色。土壤粘土多，粘度高，湿时软滑，干时坚硬，不易耕作。

改良方法和手段： 通过修建排水渠来改善排水。通过深耕和粉碎心土来改善和增厚耕作层。通过掺加客土、转炉矿渣、蛭石、砂土等来调整和改善土壤的物理性质。依据土壤诊断结果使用石灰质肥料等改良资材，选择肥料种类和调整施肥量来改善土壤化学性质。通过施用堆肥等有机质，种植绿肥等来改善土壤生物性质等。

3. 砂砾土

特征： 主要分布于河流的上游至中游沿岸的冲积地。耕作层为砂土~砂壤土，土层薄，腐殖质含量低，透水性和通气性很好，但保肥性差，养分含量低。

改良方法和手段： 通过施用堆肥和腐植酸等有机物以及膨润土等粘土矿物来改良土壤，提高保肥保水能力。根据土壤诊断结果施用硅酸肥料和转炉矿渣等含铁和硅的资材以及钙镁磷肥等磷肥来补充土壤养分，并通过选择肥料种类和调整施肥量来改善土壤化学性质。亦可将菜地

改为果园种植果树。

4. 重粘土

特征： 主要分布于河流下游冲积地、围垦地等沼泽地和多湿低地。粘土含量高，保肥保水能力非常好，透水性极差，排水不良，雨后容易出现积水。耕作层土壤粘土多，粘度高，湿时软滑，干时硬固，容易板结，不易耕作。地下水位高，心土多处于还原状态，呈现灰黑色或青灰色。

改良方法和手段： 不适合用于栽培蔬菜，但可通过修建排水渠道来改善排水，通过深耕和粉碎心土来增厚耕作土层，消除还原状态后作为旱地来种植大田作物。若需要作为菜地种植蔬菜时，则可以通过掺加客土、施用转炉矿渣、蛭石、珍珠岩，砂土等来改善土壤物理性质。高垄栽培可减少土壤水分过多的不良影响。

菜地的土壤改良基本步骤如下。

1. 清除前茬作物的残渣

与大田作物不同，为了避免病虫害的发生和蔓延，收获后应尽快除去上一茬作物留在地里的根茎叶和其他残渣，不要认为作物残渣可以给土壤带来有机养分而将其耕入土壤中。清除作物残渣后，对土壤进行翻耕，若前茬作物发生了病害，有条件的话使用化学药品对土壤进行消毒。另外，夏季可利用太阳热来对土壤进行消毒，冬季则可以进行深耕，将心土和表土上下翻转，可减少栖息在土壤中的害虫和病原微生物。

2. 测定和调整土壤 pH 值等

测定土壤酸度，如果土壤 pH 超过作物生长最适的 pH 范围，则需要施用熟石灰等石灰质肥料来调整 pH 值。需要注意的是，为了防止影响种子的发芽和避免伤害幼苗根部，不能在施用熟石灰等后立即进行播种或定植，所以一定要在播种或定植的至少 14 天前进行土壤 pH 的调整工作。

有条件的话，最好每年或每两年进行一次土壤诊断，根据诊断的结果来改良和改善土壤物理性质和化学性质。

3. 翻耕平整土壤，加厚和松化耕作土层

在调整土壤 pH 值等的同时，通过深耕和粉碎心土等方式来加厚耕作土层，并通过翻耕和整地将土块粉碎平整，提高土壤的透水性和透气性。

4. 施用基肥。

按照有所栽培的作物种类和品种决定施肥方式和施肥量后，施入基肥并与土壤混合。堆肥等有机肥料可以有效地改善土壤化学性质和生物学性质，但并不强制一定要施用这些有机肥料，只施用化肥来作为基肥也没有问题。

土壤改良的方法和手段可归纳成三大基本原则。① 通过掺加客土或粘土矿物等，进行深耕和粉碎心土来改善土壤的物理性质，② 通过土壤诊断来施用土壤改良资材和有机物质，调节施肥量来改善土壤的化学性质，③ 通过施用堆肥和腐植酸等有机物，种植绿肥等来改善土壤的生物性质。