

## 绿肥概说

绿肥是指专门种植后将其新鲜茎叶等翻埋入地里，让其分解腐烂后作为肥料或用来改善土壤理化性质的植物。绿肥可以补充土壤有机质和养分、改善土壤的理化性质、维护土壤环境，还可以作为轮作的一环来抑制病虫害以及有害线虫的发生。日本多种植生长快茎叶多的禾本科植物或具有固氮能力的豆科植物作为绿肥。

### 一、种植绿肥的好处与短处

种植绿肥可归纳有以下五个好处。

#### 1. 可以补充土壤有机质等来改良土壤

将绿肥的茎叶翻埋入土壤里，可以给土壤带来大量的有机物质，分解腐烂后有助于增加土壤团粒结构，使得耕作土层更加松软，还可以提高土壤的保水性、透气性和保肥力等，改善土壤的物理性质和化学性质。

此外，随着绿肥茎叶等的分解，以其为食的土壤微生物和小型动物数量和种类会大量增加，促进了土壤生物相的多样化，可以更好地改善土壤的生物性质。

#### 2. 加速土壤的养分循环，使得土壤更加肥沃

绿肥作物的养分吸收能力很强，可以吸收利用土壤中其他作物难以吸收的养分。绿肥的茎叶被翻埋入土壤内分解后，被吸收利用了的养分会以容易吸收利用的状态再次返回到土壤里。若是豆科植物的绿肥更可以通过根瘤菌的固氮作用给土壤留下更多的氮养分。此外，绿肥作物的根分泌出的根酸以及寄生在根上的菌根类真菌能够溶解土壤中的难溶性磷酸化合物，将其重新转化为能够供作物吸收利用的形态。

若是蔬菜地或施用了大量堆肥的耕地，在前茬作物收获后土壤中仍会残留有较多的养分。次茬种植绿肥的话，这些残留养分会被绿肥吸收利用，可减少养分的流失，使其能够重新返回到土壤里。

#### 3. 覆盖地表抑制水土流失和杂草发生

种植绿肥可以覆盖住耕地表面来防止水土流失。由于绿肥作物生长迅速，在生长竞争上比杂草更具优势，可抑制杂草种子的发芽和生长。特别是在果园、魔芋地和休耕地上种植绿肥，防止水土流失抑制杂草生长的效果更为显著。

#### 4. 作为轮作的一环可抑制土壤病害和线虫的发生

在轮作中加入绿肥有助于减少连作引起的土壤病害。某些绿肥作物可产生出杀线虫物质（例如万寿菊等），还有一些作物可吸引线虫到其根部寄生来阻止其生长（例如燕麦、大黍等），还有一些作物虽然可让线虫寄生产卵孵化，但却不给线虫幼虫提供营养而使其饿死（例如红花

苜蓿等)。种植这些绿肥作物有助于减少土壤线虫数量，减轻线虫危害。

## 5. 除去土壤中积累的盐分，修复污染土壤

大多数禾本科的绿肥作物具有很强的养分吸收能力，可以从土壤吸收大量无机盐。在出现了盐分累积的耕地里种植禾本科的绿肥作物后，可以通过收割绿肥的茎叶并将其搬出耕地来减少耕地土壤中积累的盐分。此外，亦有实验数据表明在受到重金属污染的土地上种植某些绿肥作物有助于吸收重金属，加快修复污染土壤的过程。

种植绿肥虽然有上述好处，但也有以下的短处：

### 1. 绿肥的生长和分解受到气候和土壤条件的影响，其效果不稳定。

绿肥也是植物，其生长同样受到温度、日照、降雨等气象条件以及土质、土壤 pH、土壤的通气性和保水性、养分含量等土壤理化性质的影响。此外，绿肥的茎叶翻埋入土壤后的分解腐熟速度亦受气象条件和土壤条件的影响，难以保证肥效，不一定能够获得预期的效果。

### 2. 种植绿肥需要成本，其费用通常要超出化肥

由于绿肥本身就是一种作物，种植过程中需要进行一系列的农作业，例如翻耕整地、播种、追肥、中耕、将茎叶翻埋入土壤等。如果出现了病虫害，还需要进行防治。这些都需要消耗劳力和费用。通常，绿肥的种植成本要超出施用化肥。

### 3. 绿肥翻埋入土壤后需要时间进行分解腐熟，分解腐熟过程的中间产物有可能抑制次茬作物的生长

绿肥需要将茎叶翻埋入土壤后通过土壤微生物分解腐熟后才能发挥出效果。根据绿肥作物的种类、生长阶段和翻埋方式，绿肥的分解至少需要 21~28 天。翻埋入土壤后，分解有机物的真菌类微生物会迅速增殖，有可能诱发根腐病和腐败病等病害的发生。此外，在分解过程中产生的酚类物质等会抑制次茬作物的生长。因此，在绿肥完全分解腐熟之前播种或种植次茬作物，可能会使作物的发芽或生长受到抑制。

### 4. 种植绿肥期间不能种植其他作物，可能会导致收入减少

除了果园和魔芋地等部分作物外，绿肥的种植期间内通常不能种植其他作物。绿肥被翻埋入土壤后亦需要一定的时间来完成分解腐熟。在绿肥的种植和分解期间内不能种植其他作物，可能会导致农户的收入减少。

### 5. 绿肥变成杂草的危险性

绿肥作物生长迅速，繁殖力强，如果管理不当，成熟了的绿肥种子可能会随风或其他途径散布到附近的耕地里成为杂草。特别是多数的绿肥作物具有极强的侵入性，一旦成为杂草后就难以清除，严重影响其他作物的生长。

## 二、 主要的绿肥作物种类

表 1 列出了主要的绿肥作物种类。通常种植的绿肥作物主要是生长迅速，茎叶多，根酸分泌量大，养分吸收能力强，能够吸收利用难溶性磷酸盐等的禾本科植物以及具有共生根瘤菌，能够固定大气中的氮，茎叶分解速度快的豆科植物。但在某些情况下，也可种植十字花科植物和菊科植物等作为绿肥。

表 1. 主要的绿肥作物

科 名	绿肥作物名称
禾本科	大麦、燕麦、黑麦、高粱、稗草、意大利黑麦草、大黍、玉米等
豆科	长柔毛野豌豆、紫云英、绛三叶、红花苜蓿、菽麻、田菁、钝叶决明等
菊科	向日葵、万寿菊等
十字花科	白芥、油菜、芥菜等
紫草科	钟穗花

## 三、 种植和利用绿肥时的注意事项

种植和利用绿肥时，应充分注意以下事项。

### 1. 根据用途选择合适的绿肥作物

绿肥作物的种类较多，仅日本就通常种植有 10 多种绿肥，每种绿肥又可能有数种品种。为了最有效地发挥出绿肥的效果，必须根据利用目的和所期待的效果来选择种植合适的绿肥种类和品种。表 2 列出了适合于各种用途的绿肥种类。

表 2. 适合用于各种利用目的的绿肥种类

利用目的	绿肥作物名称
改善土壤的理化性质	大麦、燕麦、黑麦、高粱、稗草、意大利黑麦草、大黍、长柔毛野豌豆、菽麻、田菁、钝叶决明
利用固氮机能增加土壤氮养分	长柔毛野豌豆、紫云英、绛三叶、红花苜蓿、菽麻、田菁、钝叶决明
难溶性磷酸化合物的再利用	高粱、稗草、大黍、意大利黑麦草、燕麦、黑麦、长柔毛野豌豆、钟穗花、向日葵
防止土壤流失和抑制杂草发生	大麦、燕麦、高粱、稗草、意大利黑麦草、大黍、长柔毛野豌豆、田菁、钝叶决明、钟穗花
抑制土壤线虫	燕麦、黑麦、大黍、绛三叶、红花苜蓿、万寿菊
除去土壤积累盐分 and 有害物质	高粱、稗草、意大利黑麦草、大黍、向日葵

一般情况下，改善土壤理化性质的效果：禾本科绿肥是高粱 > 大黍 = 意大利黑麦草 >

燕麦 > 大麦 = 黑麦，豆科绿肥是长柔毛野豌豆 = 田菁 > 菽麻 > 钝叶决明。

利用固氮机能增加土壤氮养分的能力：长柔毛野豌豆 = 田菁 > 菽麻 > 绛三叶 = 红花苜蓿 > 紫云英 > 钝叶决明。

吸收利用土壤中的难溶性磷酸化合物等养分，将其重新转化为能够供作物吸收利用形态的能力：禾本科绿肥是高粱 > 大黍 = 意大利黑麦草，豆科绿肥是长柔毛野豌豆 = 田菁 > 菽麻 > 钝叶决明 > 绛三叶 = 红花苜蓿。

防止水土流失、抑制杂草生长的能力：禾本科绿肥是高粱 = 大黍 > 意大利黑麦草 > 燕麦 > 大麦 = 黑麦，豆科绿肥是长柔毛野豌豆 = 田菁 > 菽麻 > 钝叶决明。

抑制土壤病害和线虫的能力：万寿菊 > 燕麦 = 黑麦 = 大黍 > 绛三叶 = 红花苜蓿。

除去土壤积累盐分和有害物质的能力：高粱 = 大黍 = 向日葵 > 稗草 = 意大利黑麦草。

2. 根据季节选择合适的绿肥作物

根据绿肥作物的生长特性，可分为夏季绿肥（夏播绿肥）和春季绿肥（秋播或春播绿肥）。夏季绿肥作物不耐低温，其生长需要温暖的环境，适合在夏季种植。春季绿肥喜好较凉爽的环境，不耐高温，在夏季会停止生长，适合在早春和秋季种植。

夏季绿肥通常在暮春至初夏播种，秋季翻埋入地里。春季绿肥则多在晚秋播种，越冬后恢复生长，暮春翻埋入地里，或在早春播种，初夏翻埋入地里。秋季播种、晚秋至冬季翻埋入地里的绿肥也被视为春季绿肥。表 3 列出了夏季绿肥和春季绿肥的种类。

表 3. 主要的夏季绿肥和春季绿肥种类

	绿肥作物名称
夏季绿肥	高粱、稗草、大黍、玉米、菽麻、田菁、钝叶决明、向日葵、万寿菊等
春季绿肥	大麦、燕麦、黑麦、意大利黑麦草、长柔毛野豌豆、紫云英、绛三叶、红花苜蓿、钟穗花等

3. 在适当的生长阶段翻埋入土壤进行分解腐熟

通常，禾本科绿肥的最佳翻埋入土壤作为绿肥的时期是在抽穗前或抽穗初期，豆科绿肥的最佳翻埋入土壤作为绿肥的时期是在开花期前后。一些茎叶较硬或容易木质化，组织不易分解的绿肥，例如菽麻、田菁、玉米和向日葵等，需要提前将其翻入土壤。

这是因为绿肥也是植物，随着生长其茎叶重量不断增加，但组织也会逐渐木质化（硬化）。如果为了提高绿肥产量，推迟翻埋入土壤的话，硬化了的茎叶需要更长时间才能分解腐熟，不仅降低了绿肥的效果，未完全分解的绿肥残渣会留在地里，对次茬作物的播种定植等造成不利影响。另外，如果延迟翻埋入土壤，绿肥可能会开花结果，将成熟的种子遗留在地里或扩散到周围的地块，变成杂草。

禾本科绿肥茎叶的碳氮比（C/N，有机质中所含碳（C）与氮（N）的比率）会随着生长而逐渐升高。碳氮比高的绿肥不仅分解缓慢，分解时还会消耗土壤中的氮养分，使土壤出现一过

性的缺氮，称为有机物分解引起的氮饥饿现象。为了防止氮饥饿现象的出现，在将禾本科绿肥翻埋入土壤时，最好同时施用少量的硫酸铵和尿素等来补充土壤中的氮养分。

#### 4. 避免种植与次茬作物同一科的绿肥

因为同一科的作物其养分吸收特性和病虫害种类相似，容易出现连作障害。因此种植与次茬作物同一科的绿肥可能会对次茬作物的生长产生不良影响。此外，连续在同一块耕地种植同一种类的绿肥，亦会出现连作障害的可能性，影响绿肥作物的生长。因此，如果需要在休耕地或果园种植绿肥，需要每年更换绿肥的种类，不要连续种植同一种绿肥。

#### 5. 尽量将绿肥茎叶粉碎后才翻入土壤

为了加速绿肥的分解腐熟，最好将其茎叶粉碎后再翻埋入土壤。特别是植株高大，组织较硬的绿肥，例如高粱、大黍、向日葵、田菁、钝叶决明等更是需要粉碎后才翻埋入土壤。通常，使用甩刀式刈草机、回转式刈草机或秸秆切碎机等将绿肥的地上茎叶切碎后用旋耕机翻埋入土壤。植株组织较硬的绿肥必须切碎至 5~10 厘米或更短的碎片后才翻埋入土壤。翻埋入土壤后，最好隔开 2 个星期后再用旋耕机翻耕 1~2 次，以加速其分解。

在果园或魔芋地里种植绿肥作为覆盖物时，可以将枯死后或粉碎后的绿肥茎叶留在地表继续覆盖地面来防止水土流失和抑制杂草，待到秋天后才将其翻埋入土壤。

#### 6. 应让绿肥在土壤中充分分解腐熟后才进行次茬作物的播种或定植

将绿肥翻埋入土壤后，土壤微生物会对绿肥进行分解。在分解过程中，腐霉菌等微生物会大量增殖，容易诱发根腐病等病害。此外，绿肥分解过程中产生的酚类中间产物亦会抑制作物种子的发芽和幼苗的生长。在绿肥完全分解腐熟之前播种或定植次茬作物，容易出现发芽不良和幼苗生长受到抑制的现象。

此外，如果绿肥分解不充分，尚未分解的茎叶残渣很容易缠绕在播种机或移植机械上，不仅会降低作业效率，还有可能影响种子的发芽和定植后幼苗的成活。

绿肥翻埋入土壤后通常需要 21~28 天才能完全分解。确认分解腐熟后才能进行播种或定植。

日本缺乏生产化肥所需的资源，氨、尿素、磷铵和氯化钾几乎完全依赖进口。面对世界人口不断增加的压力，为确保粮食安全，日本国内对化肥的需求或将持续增加。利用绿肥来改良土壤，增加土壤肥力被认为是一条提高粮食自给率并减少对化肥依赖的有效途径。对于农户来说，虽然种植绿肥不产生收入，反而需要一定的成本，不会产生直接的经济效果，但通过种植绿肥可以改良土壤，增进地力，不仅有利于作物生长，还可以维护土壤环境。建议农户反思目前过度依赖化肥的施肥方式，建立起有效利用绿肥的种植模式来适应现代化农业的发展。