

## 第 3 章 土壤、施肥和浇水

### 3.1 植物的根系

根(root)是植物的地下营养器官,主要使植株固定在土壤中,吸收水分和矿物质,合成有机物,有些植物的根系还具有贮藏营养物质和繁殖的功能。

#### 3.1.1 根系的分布

根系是一株植物全部根的总称。由胚根直接发育的根,称为主根。从主根上产生的众多分支叫侧根,一般把细小的根叫毛根。根系吸收水分和养分主要靠毛根尖端不到 1 cm 的根毛。正在生长的根毛一般呈白色,这也是检查新栽植物是否成活的一个标志。

俗话说“树大根深”、“根深叶茂”,大部分植物地下部分的根系深浅和大小与地上部分的枝条叶片生长成一定比例。新栽植物随着树冠的不断扩大,地下根系也向外向下延伸,树冠投影部分也是根系的主要分布区域。施肥时可以按照此规律,每年向外扩坑施肥,施得太近会伤根,施得太远会影响根系的吸收。

根据根系在土壤中的分布,分为深根植物和浅根植物。

深根植物:裸子植物和大多数双子叶植物的主根明显而发达,垂直生长能力强,能伸到较深的土层。例如毛白杨、马尾松、银杏等。对于这些植物,在苗圃里要多次分苗断根,防止根系长长深影响起苗;也可以在实施移栽之前,必须提前一年断根,促发毛根,可以提高移栽成活率。

浅根植物:大部分单子叶植物的主根退化或死亡,形成须根系,分布在较浅的土层,要求土壤湿度高,而抗旱能力相对较差。例如禾本科的竹子、草坪草,百合科的水仙、萱草等。

植物根系的实际深浅,除了遗传因素外,也取决于土壤条件和栽培管理措施。沙漠地区的植物,疏松土壤中生长的植物,根系一般分布较

深;而地下水位高的地区,表土肥沃、底土板结的土壤中生长的植物,根系分布浅。

### 3.1.2 根的变态

有些植物的根,在形态、结构和生理功能上,都出现了很大的变化,这种变化称为变态。常见的变态根有:

(1) 肉质根 主根膨大形成肉质根,如萝卜、胡萝卜、甜菜的变态根。

(2) 块根 植物侧根或不定根膨大而成,如麦冬的块根。

(3) 气生根 是生长在空气中的一种变态根,如榕树的枝干上长出许多不定根,能吸收空气中的水分,也有呼吸的功能。这些气生根可以一直垂入到土壤,起了支持作用,使榕树树冠得以发展,故有“独木成林”之感。热带森林中的许多兰科植物也有发达的气生根。

(4) 支柱根 最典型的例子是玉米,从茎基部的几个节上长出许多不定根,并向下伸入土中,不仅能吸收水分和无机盐,还能起到稳固茎干的支持作用。

(5) 菌根和根瘤 许多植物的根系与土壤中的微生物建立了共生关系,在植物体上形成菌根或根瘤。豆科植物与根瘤细菌的共生体,即为根瘤。一方面豆科植物将水分及营养物质供给根瘤细菌的生长;根瘤细菌也将固定合成的铵态氮,通过输导组织运送给豆科植物。

## 3.2 土壤

土壤是地球陆地表面能够生长植物的疏松表层。它是植物生长发育的基础。植物生长需要疏松、通气和排水良好的土壤。但现有的园林绿地大部分土质差,有机质含量低,建筑垃圾多。

### 3.2.1 土壤的组成

土壤是由固相(一般占体积的 50%)、液相和气相三部分物质组成。

(1) 土壤固相物质包括土壤矿物质、有机质、微生物(细菌、真菌、原生生物)和小动物(蚯蚓等)。土壤有机质的含量虽然较少,一般只有 2%左右,但含有植物生长所需要的各种营养元素,对土壤的物理化学

生物性质起决定性的影响。增加有机物含量可以调节温度、增强透气和保水保肥能力,从而提高土壤肥力。

(2) 土壤水分可以溶解养分,稳定植物体温,保持生命活动的需要。

(3) 土壤空气成分主要是氧气和二氧化碳,其中氧气含量低于大气,二氧化碳的含量明显高于大气,主要作用是促进土壤微生物和根系活动。

土壤水分和空气共同存在于土壤孔隙中,是动态变化的,水多气少,水少气多。一般土壤温度在  $10\sim 25^{\circ}\text{C}$  之间的时候,最适合植物根系的生长。

### 3.2.2 土壤质地

#### 1) 土壤分类

按土壤平均颗粒由大到小和所占比例,我们一般把土壤分为砂土、壤土和黏土。

(1) 砂土 养分少,通气透水性好,保水保肥能力差,施肥时要少施勤施。一般土壤绝对含水量在  $5\%\sim 6\%$ ,小于  $3\%$  时就出现干旱。适合种植耐旱耐贫瘠的植物或盆栽植物配置营养土。

(2) 黏土 养分丰富,透气性差,保水保肥能力强。一般土壤绝对含水量在  $25\%\sim 36\%$  之间,小于  $16\%$  时出现干旱。适合水生植物、耐湿植物和大部分南方植物的种植或盆栽植物作为有机营养来源。

(3) 壤土 介于砂土和黏土之间的土壤,养分、通气、保水保肥能力中庸。土壤绝对含水量在  $15\%\sim 24\%$  之间,小于  $10\%$  时出现干旱。壤土又可以分为轻壤土、中壤土、重壤土。一般适合大部分植物的栽培和耕种。

#### 2) 判断土壤质地的方法

取  $1\text{ kg}$  正常干燥的土壤,加入适量的水就可以了。 $50\text{ g}$  的水就使砂土很快饱和并流出水来,用手搓不能成型;黏土干燥时板结,加入大量水(约  $150\text{ g}$ )后开始变软,用手搓成细长条,摔到地上不会散开;壤土加入  $100\text{ g}$  的水后开始饱和,用手搓可以成型,摔到地上容易散开。

也可以事先挖好树坑,浇满水,渗水速度快的是砂土;中等速度的是壤土;速度慢的是黏土。如果  $24$  小时内,坑里还有积水,一般不能栽培陆生植物。

### 3.2.3 土壤水分和湿度

土壤水分在土壤总质量中所占的比例,叫绝对含水量。由于不同质地土壤的绝对含水量差异很大,我们用土壤相对含水量(即土壤湿度=土壤绝对含水量/饱和状态的土壤绝对含水量)来表示土壤水分情况。水分处于饱和状态时,土壤中几乎没有空气存在,会导致根系缺氧而死亡。土壤湿度在60%~80%的时候,适合大多数植物的生长。土壤湿度在50%以下,部分植物开始表现缺水,需要及时灌溉。土壤含水量可以用仪器测定,也可以通过手抓、目测来判断。

### 3.2.4 土壤温度

土壤温度是土壤冷热程度的反映,主要取决于光照。土壤温度过高,会导致植物根系死亡。土壤温度在15~25℃左右最适合多数喜温植物的生长。温度过低,植物根系活性差,吸收肥料和水分的能力也差。

冬季通过覆盖塑料薄膜可以提高地温,使一些露地无法越冬的植物避免冻害;夏季地面温度太高,可以在树盘内覆盖草炭或割下来的草屑,以降低土壤温度。据测定,6月中旬晴天中午,气温为35℃时,裸地表土层温度为47℃,覆盖有机物的表土层土壤温度为31℃,相差16℃。土壤温度可以通过地温表来测定。

## 3.3 施肥

施肥是调节植物营养,提高土壤肥力,促进植物生长的重要措施。施肥的基本原则是均衡施肥,即营养元素之间的平衡比绝对使用量更重要。肥料的使用并不是越多越好,而是要根据植物的营养需求和肥料的特性合理使用。

一般土壤中本身含有多种营养元素,根据植物对这些元素需要量的不同,可以分为碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫9种常量元素和铁、铜、锌、钼、硼、锰等微量元素。其中植物对氮、磷、钾的吸收量明显高于其他元素,自然供给量又有限,所以通常把它们叫做肥料三要素。大部分土壤含有的养分无法满足特定植物对营养的需求,还必须要施肥。

判断土壤是否需要施肥,最直观的方法是凭经验通过目测观察植物叶片颜色、大小、生长速度的变化来确定。土壤氮含量不足,会导致植物生长缓慢,植株矮小,叶片从下部老叶开始缺绿发黄;氮肥过量使用,也会出现贪青、徒长、减产、肥害等现象。如果土壤磷含量不足,会导致植株下部叶片发暗呈紫红色。如果土壤钾含量不足,会导致植株根系差,老叶片尖端和边缘枯焦。精确的方法可以通过专门的仪器测定土壤内各种营养元素的含量,根据植物不同生长阶段对这些营养元素的需求进行施肥。

### 3.3.1 肥料的分类

肥料是提供植物营养,改良土壤,提高肥力的物质。按照肥料是否含有有机质,分为有机肥料和无机肥料。

#### 1) 有机肥料

有机肥料是对含有有机质为主的肥料的总称,包括农家肥、禽畜粪、绿肥、饼肥、草炭等,各种营养成分比较齐全,又称为完全肥料。有机肥料释放稳定、肥效缓慢但时间长,同时对改良土壤有很好的效果。我国古代农业生产主要使用有机肥,注重用地和养地结合,强调施足基肥,适当追肥,保持生态平衡。

#### 2) 无机肥料

无机肥料是不含有机质的肥料,一般经过工厂化学合成加工精制而成的,又称化学肥料,包括氮肥、磷肥、钾肥、复合肥、微量元素肥。特点是成分简单,单一养分含量高,肥效快但持续供应时间短,而且长期使用会破坏土壤结构。

(1) 氮肥按氮素的形态可以分为铵态氮肥(硫酸铵、碳酸氢铵、氯化铵等)、酰胺态氮肥(尿素)和硝态氮肥(硝酸盐类)。主要用于植物的营养生长。

(2) 磷肥按磷酸盐溶解度不同可以分为难溶性磷肥(磷矿粉)、水溶性磷肥(过磷酸钙)和弱酸溶性磷肥(钙镁磷肥)。磷肥可以促进根系发育,提高抗旱抗寒的能力。

(3) 钾肥按来源分为化肥钾(氯化钾和硫酸钾)和农家肥钾(草木灰)。钾直接参与植物的光合作用,促进氮、磷吸收。

(4) 复合肥料是指同时含有两种或两种以上氮、磷、钾主要营养元

素的化肥,如磷酸二铵、磷酸二氢钾。多元复合肥料在复合肥中添加了B(硼)、Mn(锰)、Zn(锌)、Mo(钼)、Cu(铜)等微量元素。多功能复合肥是在复合肥中添加某些特定的农药,同时具有营养、杀虫、杀菌、除草及调节生长的功能,是肥料发展的趋势。

(5) 常见的微量元素肥料有硫酸亚铁、硫酸铜、硫酸锌、硼砂等。

### 3) 微生物肥料

微生物肥料,又称菌肥,本身不含有营养成分,但含有土壤有益微生物,包括根瘤菌、固氮菌、抗生菌、磷细菌和钾细菌等。合理使用菌肥可以改善土壤内环境,提高植物对各种土壤营养元素的利用率。

## 3.3.2 施肥的环节

### 1) 底肥

底肥是在栽培植物之前施入土壤所使用的肥料。一般使用农家肥,贫瘠土壤也可以使用植物秸秆、落叶掺入磷肥。主要目的是增加土壤的有机质含量。一般在早春和秋季上冻前使用。

### 2) 追肥

追肥是在植物生长过程中使用的肥料,可以补充植物所需要的营养。一般使用化肥,根据植物缺乏营养的种类可以施用氮肥、磷肥、钾肥和微量元素肥料。一般在植物快速生长期、需肥临界期使用效果好。

叶面追肥是通过叶面喷施肥料增加植物生长所需要的营养成分。具有用量少、见效快、灵活方便的特点。一般在喷施农药的时候同时使用。

## 3.3.3 施肥的方法

### 1) 全层施肥

大面积种植草坪或草本植物时将有机肥作为底肥,将肥料撒在土壤表面然后翻入地下。

### 2) 集中施肥

对于树木等根系分布不均匀的植物,集中在树冠投影线附近施肥效果比较好。

### 3) 表层施肥

对于草坪等大面积种植的植物,直接将肥料撒施在土壤表面,随降

水或浇灌进入土壤。一般在进行追肥时采用。

#### 4) 根外追肥

在土壤施肥效果欠佳的时候,通过叶面喷肥吸收营养。常用肥料有尿素和磷酸二氢钾,一些微量元素肥料通过土壤施肥效果不明显,但叶面施肥效果好。

### 3.3.4 各种植物施肥特点

#### 1) 乔木的施肥

树坑要大,底肥必须施足。树木一旦定植,不可能在树根下面施肥,如果有有机肥不够,可以将落叶、秸秆、稻草等有机物质作为底肥。树木成活以后,每年落叶后发芽前的一段时间,沿树冠投影线向外扩 0.7 m 深坑,施入有机肥掺加磷钾肥,利用植物根系趋肥水的特点,吸引根系向外扩展延伸。生长季节一般不施肥,果树类乔木如果出现明显的缺肥现象,可以根据产量施入氮磷钾复合肥。

#### 2) 花卉的施肥

种植前全层施肥。成活后可以通过追肥增加营养。早春发芽前,按照  $50 \text{ g/m}^2$  左右的比例分 1~2 次施入氮肥或复合肥。开花后根据植物生长状态,适当补充一些复合肥料,促进花芽分化。

#### 3) 草坪的施肥

种植前全层施肥。在草坪的建植阶段,主要使用农家肥,改善土壤理化性质,促进草坪根系的生长,可以使植株健壮。正常养护阶段,每平方米草坪全年的总施肥量控制在  $30 \sim 50 \text{ g}$ 。由于经常修剪,草坪从建植到成坪管理,需要不断补充生长所必需的养分。

施肥应掌握适量、平衡,依季节变化调整施肥量和肥料配比的原则。过量施氮,造成草坪生长过旺,加快草垫层的积累,降低草坪的耐磨性,并使草坪根系变浅;尤其是夏季过量施氮易诱发早熟禾草坪夏季病害。

一般早春可以在下雨前或结合浇水进行地面撒施尿素,每次用量不超过  $5 \text{ g/m}^2$ 。在草坪的生长过程中使用追肥,一般以复合肥(磷酸二铵、磷酸二氢钾等)为主,视土壤肥力而定。叶面追肥主要用尿素和磷酸二氢钾,一般浓度  $3\% \sim 5\%$  左右,结合病虫害防治喷在叶面上。入秋后,冷季型草为了延长绿期,结合浇冻水,施  $5 \text{ g/m}^2$  的尿素。

草坪缓释肥是采用物理、化学或生物方法将其养分缓慢释放的一种肥料,因其省力、能持续供肥的特点,适合于草坪施用。

#### 4) 草坪覆土

在草坪的后期养护阶段,由于地面沉降、雨水冲刷等原因,草坪经常出现高低不平的现象,此时,在草坪表面撒土能平整土壤,不但可以补充土壤营养成分的不足,而且有利于枯草层的分解。一般在越冬前覆土 2 cm 左右,可以提高地温,防止冻害;开春以后每次割草后,在草坪表面撒 1~2 cm 的土,然后用耙子搂平露出 50% 以上的草坪叶片。覆土后的草坪叶片颜色黑绿,生长缓慢,抗旱能力强,对草坪更新复壮的效果好于化学肥料的使用。

### 3.4 浇水

#### 3.4.1 水对植物的重要性

水是植物最重要的组成成分。大部分水生植物的含水量在 90% 以上;多数蔬菜和水果的含水量在 80%~90% 左右;一般植物的成熟枝条的含水量在 50% 左右。

所有植物的生命活动都离不开水的参与,光合作用只有在水和二氧化碳的参与下才能进行。

植物缺少水分会导致萎蔫,严重缺水会导致永久萎蔫并死亡。

##### 1) 植物吸收水分的途径

大部分陆生植物主要通过根系从土壤中吸收水分,也能通过叶片和枝条从空气中吸收一些水分。降水在到达地面被根系吸收之前,植物叶片已经吸收了部分水分。例如沙漠中的植物,一年中很少有降水被根系吸收,但夜晚空气相对湿度较大,植物能吸收少量水分,以维持生命活动。

##### 2) 植物散失水分的方式

植物通过叶片上的气孔、枝干上的皮孔和伤口散失水分。植物通过蒸腾作用散失水分,可以避免植物体温度过高而造成伤害。一般来说,植物散失水分的速度决定于空气的温度和湿度,温度越高,空气越干燥,植物散失水分的速度越快,需水量也越大。因此,夏季高温时候和春季干燥时,植物容易表现缺水症状。一般南方植物喜欢湿润的空

气,不适应北方干燥的环境,需要经常对叶片喷水。

### 3.4.2 灌溉方式

土壤水分来源于大气降水和人工灌溉。大气降水是人为无法控制的,所以人工灌溉是补充土壤水分的重要方式。现阶段灌溉绿地的方法主要还是水车浇灌、拉橡皮管、塑料管漫灌,大部分渗漏溢流,资源浪费大,水分利用率极低,华北地区绿地的全年灌溉用水量在  $0.7 \text{ t/m}^2$  左右。少部分绿地采用节水灌溉技术,节水喷灌系统中大部分使用击打式喷头喷水,个别采用地埋式喷灌和滴灌系统。

#### 1) 漫灌

水在重力作用下自由流灌。漫灌的优点是投资少、浇水量足,缺点是对土地平整度要求高,水分利用率低。俗话说“水往低处流”,低洼地块长期积水,高坡地块往往浇水不足,导致草坪植物生长不均匀。这种灌溉方式适合于特别平整的绿地和行道树的灌溉。

#### 2) 喷灌

喷洒灌溉的简称,利用水压通过喷洒器将水喷射到空中,并使水分分散成细小水滴后均匀地洒落到地面进行灌溉的一种灌水方式。具有适应性强,不需要平整土地,可控制,灌溉均匀,不易产生地表径流等优点。喷灌技术的应用也受到一次性投资大,维保费用高,刮风影响的限制。适用于大面积均匀生长的植物,尤其是对草坪、花卉、灌木的灌溉。

#### 3) 滴灌

滴灌是近年发展起来的一种新的灌水方式。利用低压管道系统,通过滴头将水分均匀而又缓慢地渗到植物根系周围。滴灌的优点是节水节能,滴水均匀。适用于果园和乔木的灌溉。

### 3.4.3 园林植物浇水注意事项

园林植物浇水要从季节、生长环境等方面加以注意。

(1) 正常情况下,一年至少浇三遍水,春季3月份第一次浇解冻水;春季干旱的5月份前后,浇第二遍水;初冬11月份最后一遍浇冻水。干旱年份在4、6、9月增加浇水次数。高大植物的根系分布较深,浇水要一次浇透,量要足。

(2) 根据天气、土壤含水量和植物生长需水量确定是否需要浇水,

旱生植物可以少浇水。

(3) 一般植物种植后连续浇三遍水,保持土壤湿润。乔灌木定植的前 3~5 年,花卉种植的前半年,需要经常浇水。

#### 3.4.4 草坪浇水注意事项

草坪根系主要分布在 0~30 cm 土层中,每次灌溉只要下渗 20 cm 土层就足够了,相当于需要 20 mm 的降水和喷灌水量。华北地区春季、秋季干旱少雨,蒸发量大,而又是草坪旺盛生长的季节,需水量也相应增大,一般每周至少需浇 1~2 次透水,沙质土壤要更频繁一些。长期低刈割的草坪根系较浅,应增加浇水次数。浇水时间尽量安排在上午和傍晚,此时叶面水分蒸发损失较少;晚上浇水有利于草坪恢复生长。

(1) 春水要早浇。据观察,早熟禾草坪在日均温度 $-2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 且白天零度以上时,还有一定的生长,在 1 月底 2 月初的时候基部就已经开始萌发新芽。经过一个冬季的干冷风吹,大部分草坪的表土缺土,此时浇水(水温 $14\sim 15^{\circ}\text{C}$ )可提高地温,促进土壤提前化冻,补充草坪发芽生长所急需的水分,有利于草坪提早返青复绿。

(2) 冻水要晚浇。在 11 月上旬结合浇水追施 5 g 氮磷钾复合肥,可以提高抗冻能力,增加越冬前的储存营养,以后根据实际生长情况喷一遍 1%磷酸二氢钾+尿素。11 月底上冻前浇完冻水即可,而且一定要浇透。这样,有利于草坪延长绿色期。

(3) 夏季如出现连续高温干旱天气,适当喷水可降低草坪表面和土壤的温度。

(4) 雨季基本不用浇灌,暴雨后要及时排除雨水,以便地表面的水分能及时蒸发,使叶片处于干燥状态。合理灌溉结合病虫害防治可保证冷季型草坪安全越夏。

#### 3.4.5 节水灌溉

园林绿地的养护要消耗大量的水资源,必须树立节水灌溉的意识,推广节水技术。

##### 1) 节水灌溉势在必行

随着园林绿地面积的逐年扩大,浇灌用水的数量也随之增多。截止到 2003 年底,建成绿地面积达到 3 万多公顷,按 40%的绿地采用灌