4-1 植物的營養器官

植物的生物層級

一、植物的組成層次為細胞、組織、器官、個體，缺乏器官系統的層次。

二、植物組織可分為：

表皮組織	排列緊密，可保護植物體。 →表皮細胞、保衛細胞
輸導組織	細胞管狀且上下相連，可協助物質的運輸。 →韌皮部及木質部細胞
基本組織	構成植物體大部分的細胞，具有支持、保護、儲存等功能。 →薄壁細胞、厚壁細胞
分生組織	可進行細胞分裂使植物體增高或增粗的組織。 →形成層、周鞘

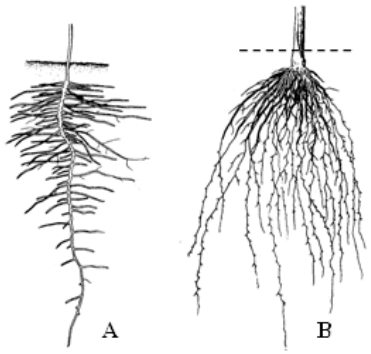
三、植物器官可分為：

分類	器官	功能
營養器官	根、莖、葉	行營養生長，其中有維管束協助物質運輸
繁殖器官	花、果實、種子	用於繁衍子代

※植物界中具有維管束的植物合稱維管束植物，包含蕨類植物、裸子植物、被子植物。

※蘚苔植物缺乏維管束，故個體多矮小、生長於潮濕環境中，利用擴散作用運輸及交換物質。

根的構造



一、功能：

1. 支持並固定植物體。
2. 吸收土壤中的水分及無機鹽。
3. 部份植物可利用根儲存養分或進行無性生殖。

二、根系型態

根系	鬚根系	軸根系
根系發育	初生根萎縮→幼莖基部長出不定根	初生根→主根→主根分支長出支根
特色	無主根支根之分	有主根支根之分
功能	固定表土	水土保持
例子	大部分單子葉植物	大部分雙子葉植物

※不定根：由莖或葉長出的根。

三、縱切面（下→上）

根尖	根帽 （根冠）	1. 保護根尖分生組織 2. 與根的向地性有關
	根尖分生組織 （生長點）	細胞小且核大，可不斷進行細胞分裂 →補充根帽及延長部的細胞
延長部	1. 於根尖分生組織上方，細胞不分裂、處於分化狀態 2. 細胞吸水而延長，是根延長的主要區域	
成熟部	1. 於延長部上方，已分化為各項組織細胞 2. 此處的表皮細胞可特化形成根毛，增加根部吸收水分的表面積	

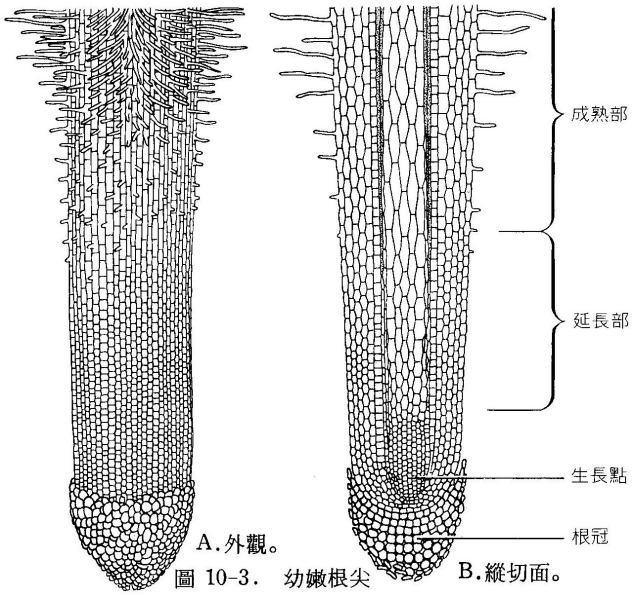
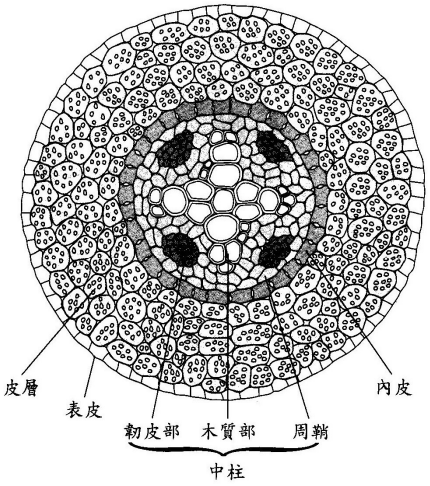


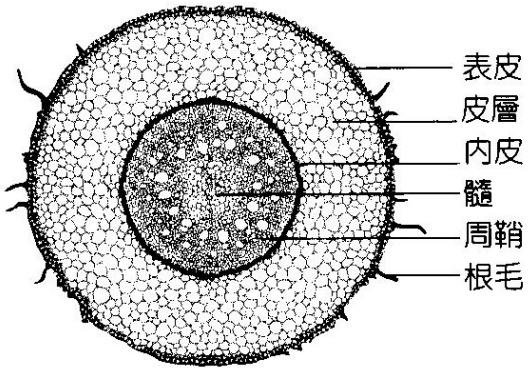
圖 10-3. 幼嫩根尖

四、橫切面（成熟部橫切）

表皮	1. 扁平且排列緊密，具保護及吸收的功能 2. 成熟部的表皮細胞可向外突出形成根毛 3. 外無角質層覆蓋		
皮層	皮層	薄壁細胞構成、排列疏鬆 →儲存養分及水分	
	內皮	1. 皮層最內層，細胞排列緊密，分隔皮層及中柱 2. 細胞壁具有木栓質，可控管水分及無機鹽進出	
中柱	周鞘	可行細胞分裂的分生組織，向外分裂形成支根	
	維管束	韌皮部	於外側，運輸養分
		形成層	為雙子葉植物特徵，具有分裂能力 →向外：韌皮部、向內：木質部
		木質部	於內側，運輸水分
	髓	儲存養分及水分的薄壁細胞，單子葉植物特有	



▲圖 3-3　雙子葉植物根的橫切面



▲單子葉植物根的橫切面

五、根的特化

1. 儲藏根：外形肥大，內含豐富的養料和水分，以便在不良季節時能被植物利用。如蕃薯、白蘿蔔
2. 板根：熱帶雨林的樹木非常巨大，所以一般的幼小的根不能支撐，所以就將根中分出板根以支持植物體。如銀杏
3. 呼吸根：生長在沼澤或者近海地帶的植物，由於不能從土壤中獲得充足的氧氣，支根暴露出泥沼表面，以協助植物體進行呼吸。如紅樹林植物
4. 氣生根：由莖衍生的根，可協助植物體附著並吸收空氣中的水分或協助氣體交換。如蘭花
5. 支持根：從莖幹上長出一些柱狀的不定根，向下伸如土中，以加強支持植物體。如榕樹

莖的構造

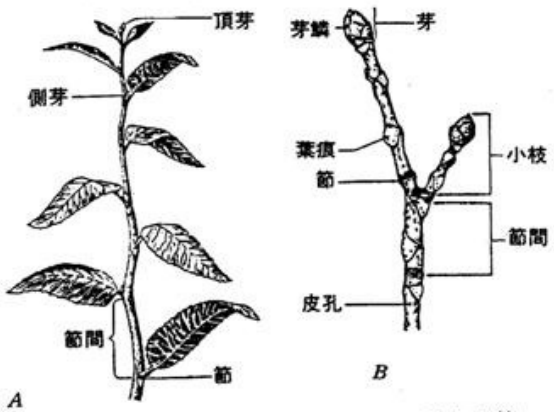
一、功能

1. 植物體支持及運輸的主要器官。
2. 部份植物的莖具有行光合作用、蒸散作用或儲存物質的功能。

二、型態

1. 外部構造

節	莖上長葉或芽的地方
節間	節與節之間
頂芽	著生於莖頂端的芽，具有分裂功能，可使莖持續長高
側芽	由節上長出的芽，通常位於葉腋處，可發育成新枝條或花



A. 莖枝的一部分　B. 葉痕與節

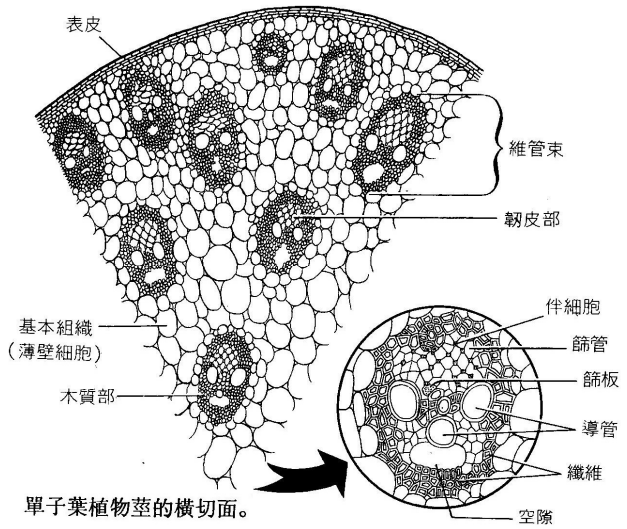
2. 外型

草本植物	莖柔軟、高度受限制，莖的支撐力來自細胞的膨壓	
木本植物	莖高大、質地堅硬，有明顯木質化	
	喬木	具有明顯主莖，分枝距離地面較高，可以形成樹冠。
	灌木	缺乏明顯主莖，從莖的基部就開始分枝，因此叢生於地上
	藤本植物	樹幹細長而無法直立，必須攀附或纏繞在支撐物上

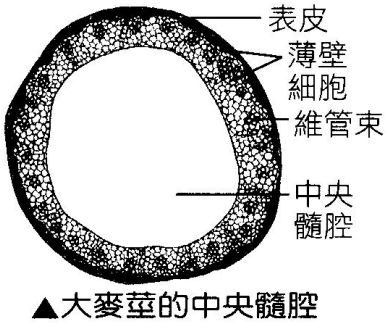
三、橫切面

1. 單子葉植物：

表皮	扁平且排列緊密，具角質層→防止水分散失
基本組織	薄壁細胞組成，可儲存水分及養分
維管束	1. 分佈在基本組織中，散生排列 2. 近表皮處→排列緊密且小 中心→疏鬆且大 3. 缺乏維管束形成層，故莖不會加粗
髓腔	1. 僅見於某些單子葉植物，如稻、麥、竹 2. 使空氣從葉片進入植物體再到根部 →提供根部呼吸作用所需要的氧氣



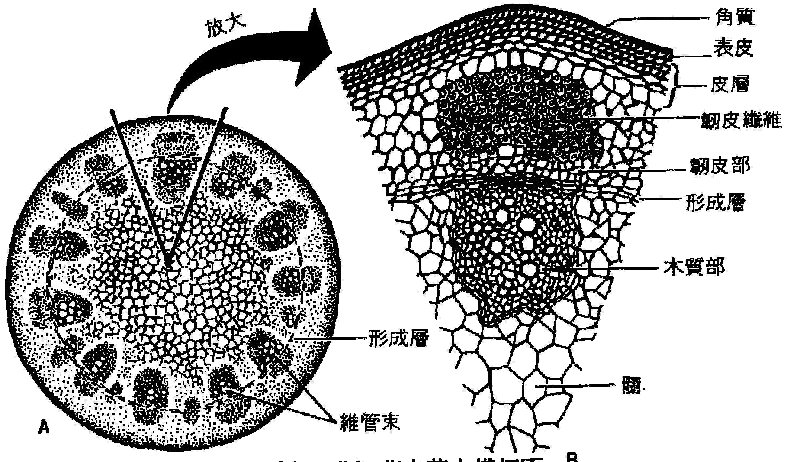
單子葉植物莖的橫切面。



▲大麥莖的中央髓腔

2. 雙子葉草本植物：

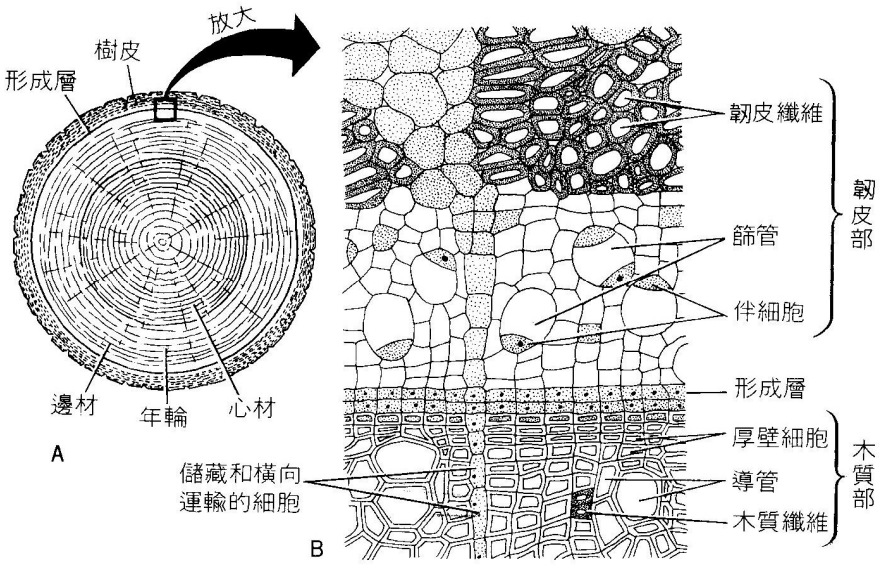
表皮	1. 扁平且排列緊密，具角質層 2. 有氣孔分佈，可交換氣體並行蒸散作用
皮層	薄壁細胞構成、排列疏鬆，可儲存養分及水分 --近表皮側：具葉綠體可行光合作用，又稱綠皮層 --表皮內側：細胞壁部份增厚，可增加支持力 --其餘：儲存養分
維管束	1. 維管束環狀排列，中間具維管束形成層 2. 草本莖形成層活動時間短，故增粗有限 --韌皮部：篩管、伴細胞、韌皮纖維 --形成層：具分裂能力，使莖加粗 --木質部：導管、假導管
髓	由薄壁細胞組成，儲存養分和水分



雙子葉植物（向日葵）草本莖之橫切面

3. 雙子葉木本植物：

樹皮	表皮	莖不斷增厚使表皮破裂，失去保護功能
	木栓層	1. 由木栓形成層分裂形成，細胞壁含有木栓質 2. 保護植物體、防止水分散失，取代表皮功能 3. 散生橫列狀或圓形的皮孔，代替氣孔交換氣體
	木栓形成層	可行細胞分裂，向外生成木栓層細胞
	皮層	具有儲存功能，並可向外特化木栓形成層
	韌皮部	含有韌皮纖維和運輸細胞
維管束形成層		向外增生韌皮部，向內增生木質部 →木質部增生速度較快
木材	邊材	外側新生的木質部，水分多、顏色淡，有運輸功能
	心材	內側的老死木質部，水分少、顏色深、無運輸功能
年輪	1. 在四季氣候分明的環境，木質部生長速度不一而形成同心環紋 2. 可利用於推測樹齡、氣候變遷、方向	
	早材	春初形成，細胞大、壁薄、色淺
	晚材	夏末形成，細胞小、壁厚、色深



三、莖的特化

1. 球莖：植物莖近地處膨大成球狀。如芋頭、荸薺
2. 鱗莖：莖短小且呈扁圓盤狀，外面包覆肉質鱗狀葉片。如洋蔥、百合
3. 匍匐莖：平鋪於地表，具有繁殖的功能。如草莓
4. 塊莖：可儲存養分，位於土壤中。如馬鈴薯
5. 根莖：像根一樣橫走在地下，具有儲存和繁殖的功能。如薑、蓮藕

葉的構造

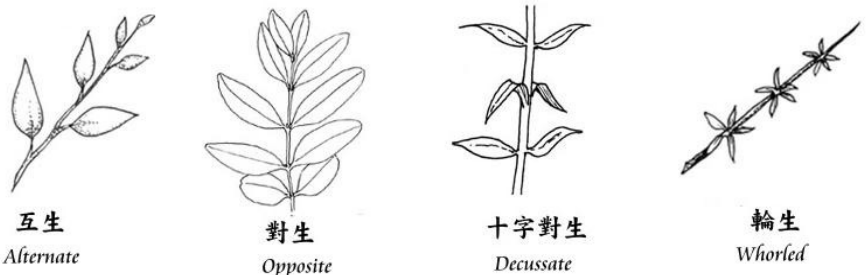
一、 功能：

1. 植物行光合作用的主要器官，同時也是水分蒸散的通道。
2. 型態多樣，可依大小、形狀、質地、顏色及附屬物來分辨植物種類。

二、 構造

葉	擁有以下三種構造稱為完全葉，若有缺則稱為不完全葉	
	葉片	1. 扁平狀、寬而薄，可增加吸光面積 2. 具一條由葉柄延伸的中肋，再分支為葉脈 3. 雙子葉→網狀脈，單子葉→平行脈
	葉柄	1. 連接莖及葉片，支持葉片 2. 可調整葉片的角度，以獲得更多的日照面積 3. 單子葉的葉柄特化為鞘狀，稱為葉鞘
	托葉	小型葉，著生在葉柄基部兩側，可保護新生嫩芽 →單子葉植物無托葉
葉片	單葉	葉柄上只長一片葉片
	複葉	葉柄上的葉片裂成數片，但基部仍相連，稱為小葉 可分為三出複葉、掌狀複葉、羽狀複葉、單身複葉

葉序	葉在莖上的排列方式	
	互生	每節只生一葉，上下葉交互排列，如朱槿
	對生	每節生兩枚相對的葉，上下一對相互垂直，如紫蘇
	輪生	每節生三枚以上的葉，排成輪狀



三、 橫切面（由外而內）

表皮	1. 表皮細胞不含葉綠體，有蠟質角質層保護 →減少水分散失 2. 保衛細胞：表皮細胞特化形成，具有葉綠體，可行光合作用 --雙子葉植物：腎形 --單子葉植物：啞鈴形 3. 成對的保衛細胞構成氣孔，作為氣體進出和水分蒸散的通道 --下表皮：蘋果、橡樹 --上下皆有：馬鈴薯、玉米 --上表皮：浮水植物，如睡蓮、浮萍 --無氣孔：沉水植物，如水蘊草	
葉肉	由具有葉綠體的薄壁細胞組成，為植物行光合作用的主要場所	
	柵狀組織	靠近上表皮，排列成柱狀、緊密、整齊，葉綠素含量多
	海綿組織	靠近下表皮，排列不規則、疏鬆 →與氣孔相通處形成的空腔稱為氣室
葉脈	葉的維管束，為莖維管束的延伸 →木質部在上、韌皮部在下	

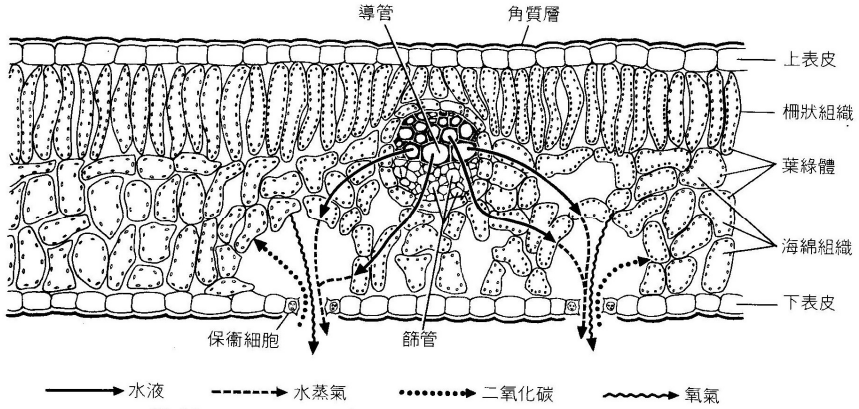


圖 10-13. 水分、二氧化碳、氧氣出入葉部氣孔的途徑。

四、 葉的特化

1. 針狀葉：防止水分散失及動物啃食，如仙人掌
2. 苞葉：葉片特化成似花瓣的構造，可吸引蟲鳥傳粉，如九重葛
3. 捲鬚葉：可纏繞於接觸物上，協助植物體攀爬，如豌豆
4. 捕蟲葉：可行捕蟲運動，並分泌酵素，吸收養分，如捕蠅草

水與無機鹽的吸收與運送

一、 植物所需元素

1. C、H、O：大部分來自水及空氣中的氧氣、二氧化碳
2. 其他：以離子形式從土壤吸收

二、 根的吸收

1. 根部吸收部位為成熟部的根毛細胞及根的表皮細胞
2. 根吸收方式：

無機鹽	利用膜上運輸蛋白，以主動運輸為主、促進性擴散為輔 →土壤中含氧量不足，則無法提供主動運輸的能量
水	1. 土壤滲透壓＜表皮滲透壓 →利用滲透作用進入表皮 2. 若土壤過度施肥，土壤滲透壓＞表皮滲透壓 →不利根部吸收水分

3. 物質運輸途徑
   a. 路徑：土壤→表皮、根毛→皮層→內皮（卡氏帶）→周鞘→木質部
   b. 滲透壓：小 ⟶ 大

三、 木質部的運輸動力：合稱為蒸散流（方向皆為下→上）

1. 根壓（水分上升的高度與根壓成正比）

成因	1. 根部主動運輸無機鹽進入細胞 → 根部細胞溶質濃度升高 → 根部滲透壓大於土壤滲透壓 → 水分進入根部，產生根壓。 2. 土壤中含水量越高，根壓越大
作用	1. 有助於水分向上運輸：根壓越大，水分上升高度越高 2. 力量不大，但對草本植物的水分吸收很重要
泌液作用	夜晚氣溫低、濕度高、氣孔關閉，但根壓仍將水分繼續向上運輸 →多餘水分從葉緣或葉尖排出

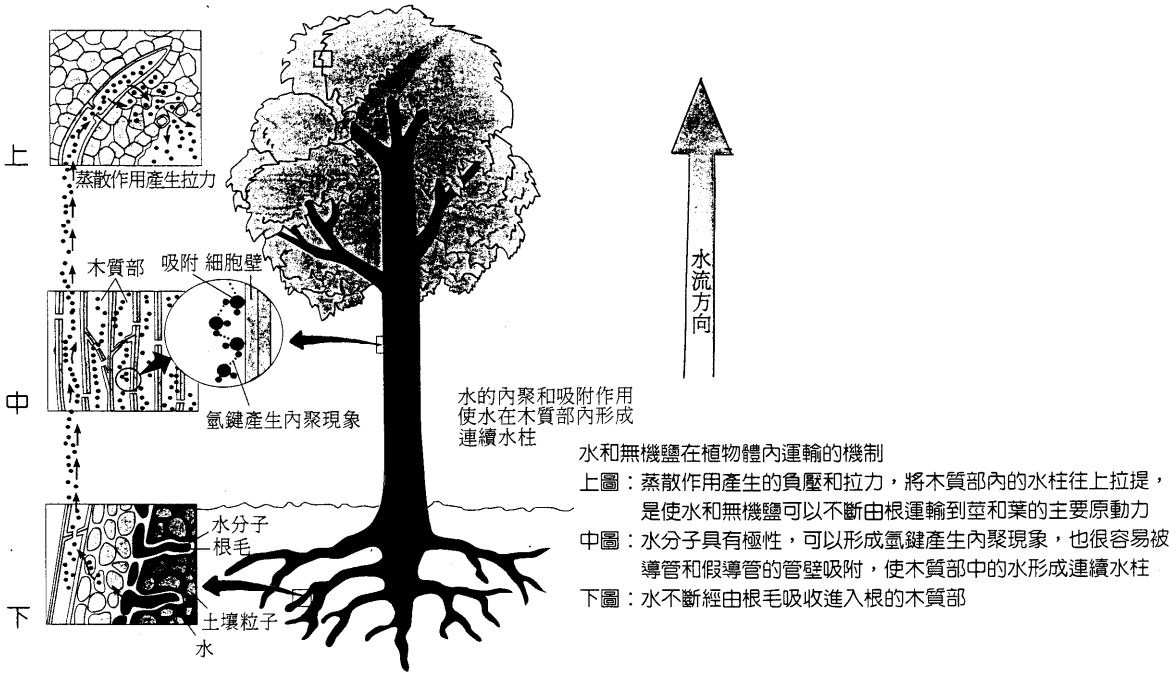
2. 毛細作用（水上升高度與導管管徑成反比）

成因	1. 水的內聚力：水分子具有極性，可彼此連結在一起。 2. 水的附著力：水分子與導管管壁的吸附力。
作用	使水在導管內形成連續水柱，幫助水向上運輸。

3. 蒸散作用（水分上升的主要動力）

成因	氣孔蒸散作用 → 葉肉細胞含水量降低 → 水從木質部進入葉肉 → 木質部內水分往上拉升，形成蒸散流

作用	1. 木質部運輸的主要動力 2. 有助水分及無機鹽的運輸 3. 可調節植物體的溫度 4. 植物吸收的水分約 90%以上直接蒸散	
影響蒸散作用因素	氣孔數目	氣孔數目越多，蒸散作用速率越快
	光線	1. 氣孔多在白天開放，故白天蒸散作用較旺盛 →光線越強，蒸散作用速率越快 2. 氣孔於夜晚關閉，蒸散作用停止 3. 若植物面臨乾旱缺水，即使在白天氣孔也會關閉
	溫度	1. 溫度越高，蒸散作用速率越快，藉以調節植物溫度 2. 若中午溫度過高則會暫時關閉氣孔
	相對濕度	1. 相對濕度越高，蒸散作用速率越慢 2. 在濕度小、天氣熱時要勤於澆水，避免植物缺水
	風速	風速越強，蒸散作用速率越快 →風可將氣孔逸出的水分吹散，加速作用



水和無機鹽在植物體內運輸的機制
上圖：蒸散作用產生的負壓和拉力，將木質部內的水柱往上拉提，是使水和無機鹽可以不斷由根運輸到莖和葉的主要原動力
中圖：水分子具有極性，可以形成氫鍵產生內聚現象，也很容易被導管和假導管的管壁吸附，使木質部中的水形成連續水柱
下圖：水不斷經由根毛吸收進入根的木質部

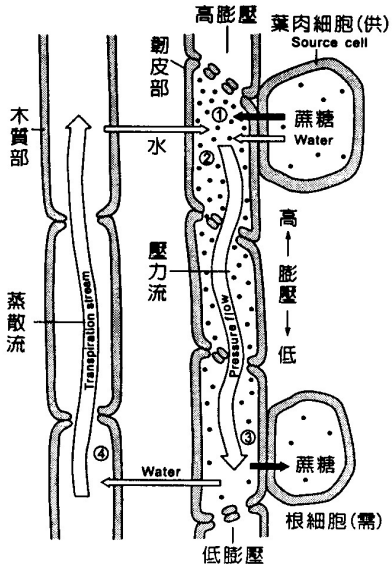
有機養分的運輸

一、植物養分形式

1. 光合作用產物為葡萄糖，在細胞質中可轉變成蔗糖形式運輸，在酵素的作用下轉變為澱粉、脂質或蛋白質形式儲存。
2. 少數植物是以蔗糖形式儲存，如甘蔗。
3. 若植物光合作用旺盛時，葡萄糖也可在葉綠體中轉變成澱粉暫時儲存。

二、篩管韌皮部運輸原理（壓力流）

1. 單一篩管韌皮部內的運輸不消耗能量→由壓力差移動
2. 整體韌皮部的運輸需消耗能量→伴細胞主動運輸蔗糖



和其他有機養分在韌皮部的輸導作用

葉部，伴細胞將光合作用所產生的蔗糖等有機養分，以主動運輸方式送到篩管內，使蔗糖濃度增高，滲透壓增大，於是水便由其他細胞滲進入篩管內

管內的蔗糖等有機養分，靠濃度梯度和壓力，由蔗糖濃度高、壓力大葉部，向蔗糖濃度低、壓力小的根部輸送

根部，蔗糖等有機養分，靠主動運輸由篩管抽出運送到薄壁細胞儲存篩管內的蔗糖濃度降低，壓力減小

部篩管內的蔗糖濃度下降，滲透壓變小，於是，水便由篩管逸出到根細胞，再經由木質部運輸到莖和葉

3. 養分運輸方向：供應部位（source）→需求部位（sink）

		供應部位	需求部位
定義		製造及供應養分的部位	消耗或儲存養分的部位
舉例	種子萌芽	胚乳	胚芽及胚根
	幼苗生長	成熟的葉子	幼葉、根
	開花結果	成熟的葉子、儲存根	花、果實
特徵		1. 供應部位、需求部位隨生長時期不同而改變 2. 養分分配原則 a. 優先提供給生長、代謝快速處 b. 就近供應、同側運輸	

水分及養分運輸比較

	木質部	韌皮部
運輸動力	蒸散流 （根壓、毛細現象、蒸散作用）	壓力流 （主動運輸、膨壓）
運輸物質	無機鹽類、水	有機養分
運輸方向	單一向上	雙向運輸