3-1 水和礦物質的吸收與運輸

水和礦物質的吸收

一、基本元素：植物生長發育過程中不可缺少的元素。

1. 依照需求量可分：
   a. 大量元素：植物需要量多的元素，含量達植物體乾重的 0.1～10%。
      →如：碳、氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫
   b. 微量元素：植物需要量少的元素，含量少於植物體乾重的 0.01%。
      →如：氯、硼、鐵、錳、鋅、銅、鉬
2. 依照流動性可分：
   a. 非流動性元素：缺乏時，_____先產生病徵。如_____。
   b. 流動性元素：缺乏時，_____先產生病徵。如_____。

二、吸收形式

1. 碳、氫、氧元素：從二氧化碳、氧氣及液態水中取得。
2. 其他元素：從土壤中吸收離子態的無機養分獲得。

根的構造

一、功能：吸收水分及無機鹽類、支持及固定植物體。

二、根縱切

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	
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	
根尖	根帽 （根冠）	1. 保護根尖分生組織 2. 與根的向地性有關
	根尖頂端分生組織 （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

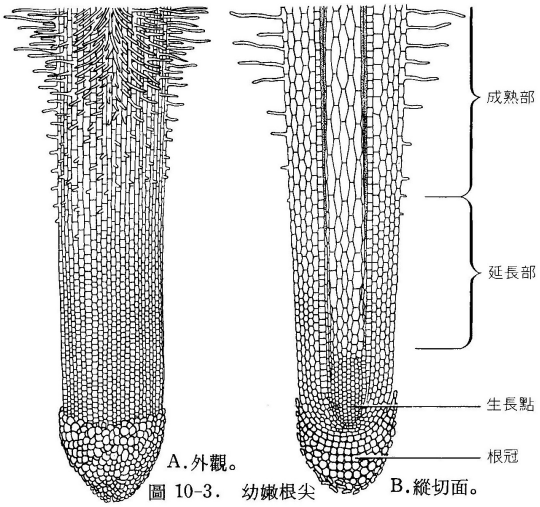
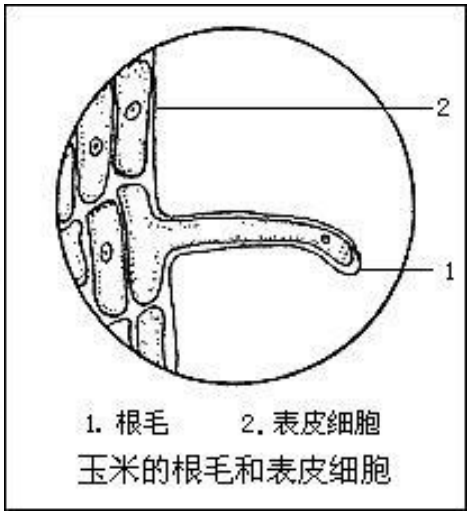


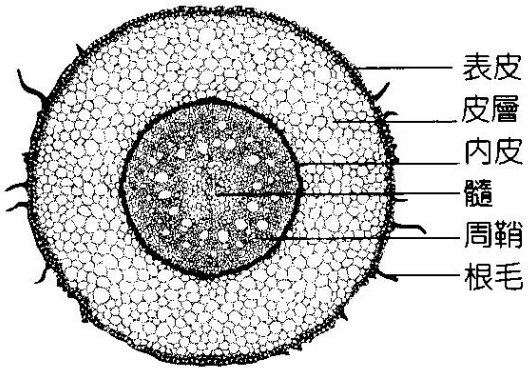
圖 10-3． 幼嫩根尖



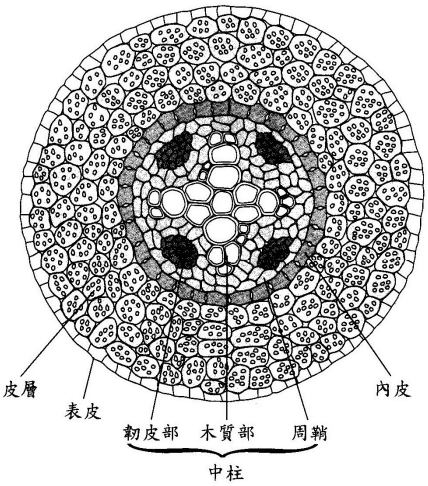
玉米的根毛和表皮細胞

三、根成熟部橫切

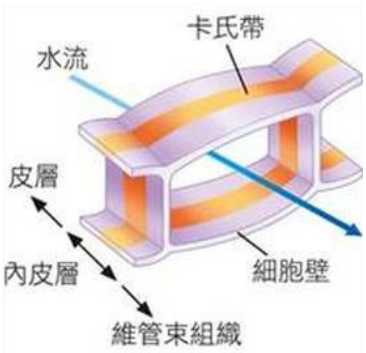
表皮	1. 扁平且排列緊密 →具保護功能 2. 細胞壁含親水性的_____，外層不具角質層覆蓋 →具吸收功能 3. 部份表皮細胞可向外突出形成_____		
皮層	皮層	主要由薄壁細胞組成，細胞排列疏鬆 →可儲存養分及水分	
	內皮	1. 位於皮層最內層，細胞排列緊密 2. 徑向及橫向的細胞壁具有不透水_____的_____，可控制水分及無機鹽只進不出	
中柱	周鞘	可行細胞分裂向外形成_____	
	維管束	韌皮部	位於外側，可運輸養分
		維管束形成層	為雙子葉植物特徵，具有分裂能力 →向外：韌皮部、向內：木質部
		木質部	位於內側，可運輸水分
	髓	儲存養分及水分的薄壁細胞，不存在於雙子葉植物根	



▲單子葉植物根的橫切面



▲圖 3-3 雙子葉植物根的橫切面



木質部的構造

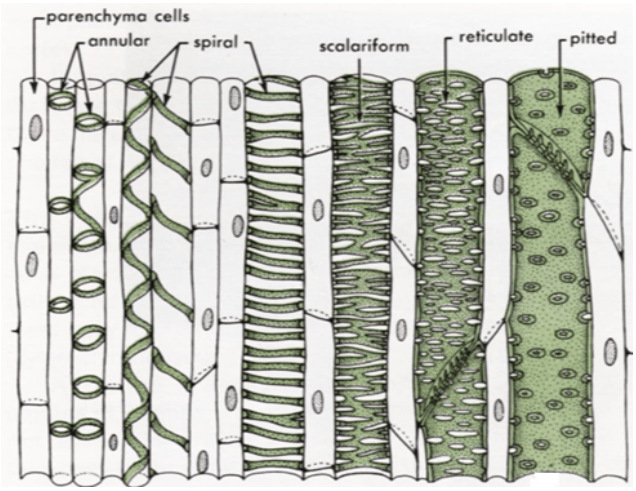
一、運輸細胞

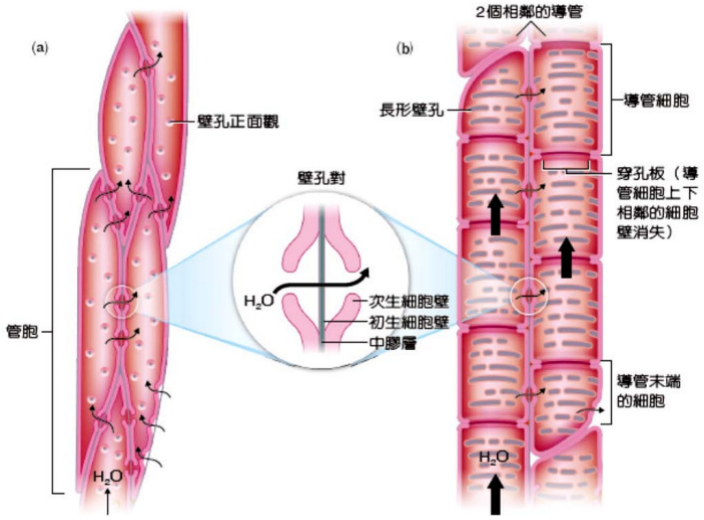
1. 導管與管胞在生長初期皆為活細胞，成熟後細胞死亡。
   a. _____及_____消失。
   b. 細胞壁_____。
   c. 細胞壁不均勻增厚，呈現孔狀或螺旋狀花紋。
      →花紋可提供水分產生附著力
   d. 細胞壁具有_____，可供水分側向運輸。
2. 導管存在於大部分被子植物中，成熟後上下細胞壁消失。
   →水分運輸效率較高

3. 蕨類植物及大部分裸子植物僅具管胞，成熟後上下細胞壁部份消失。
   →水分運輸效率較差

二、導管與管胞比較

輸導組織	管胞	導管
細胞活性	死細胞	死細胞
細胞核	無	無
細胞外形	二端尖細	管狀
上下細胞壁	部份消失	完全消失
細胞壁木質化	有	有
主要功能	運輸水分、無機鹽	運輸水分、無機鹽
橫向運輸	壁孔	壁孔
運輸原理	蒸散流	蒸散流
運輸方向	單向（下→上）	單向（下→上）
被子植物	有	有
裸子植物	有	無





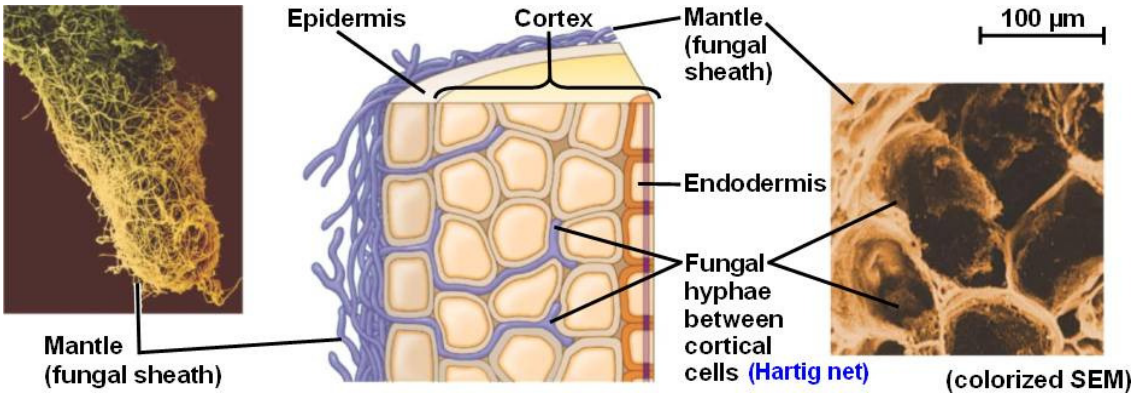
菌根

一、功能：為植物根部與_____的互利共生體。

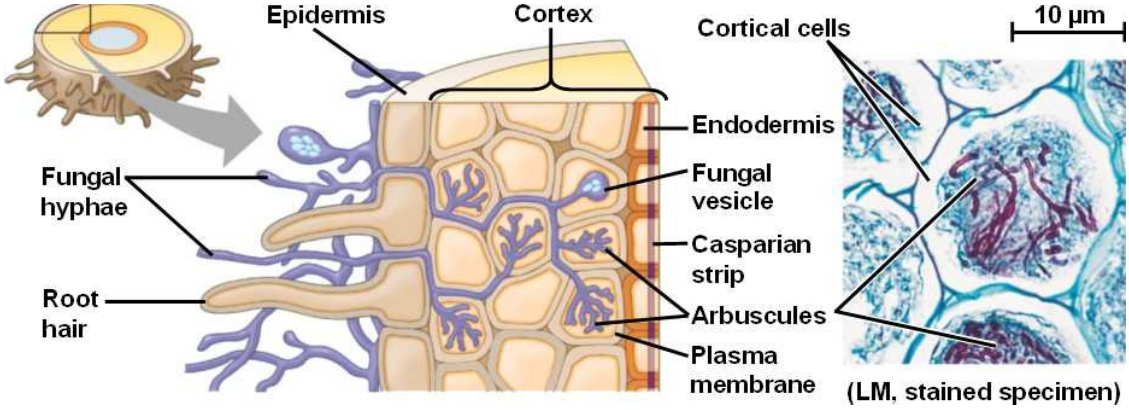
1. 植物提供真菌_____。
2. 真菌的功能：
   a. 菌絲較植物根毛細長可增加植物_____。
   b. 可分泌_____，增加無機鹽的溶解度以協助無機鹽的吸收。
   c. 可分泌_____，促進根的生長和支根的形成。
   d. 部份真菌可分泌_____保護宿主植物。

二、種類：

	外生菌根（ectomycorrhiza）	內生菌根（endomycorrhiza）
菌絲		
菌絲分佈	包覆於根表面形成_____且深入皮層細胞間隙	在根部表面形成_____且深入皮層細胞內
特徵	裸子植物及木本植物主要有外生菌根	70%～90%的維管束植物具有內生菌根



▲外生菌根　▼內生菌根



固氮作用與根瘤

一、固氮作用

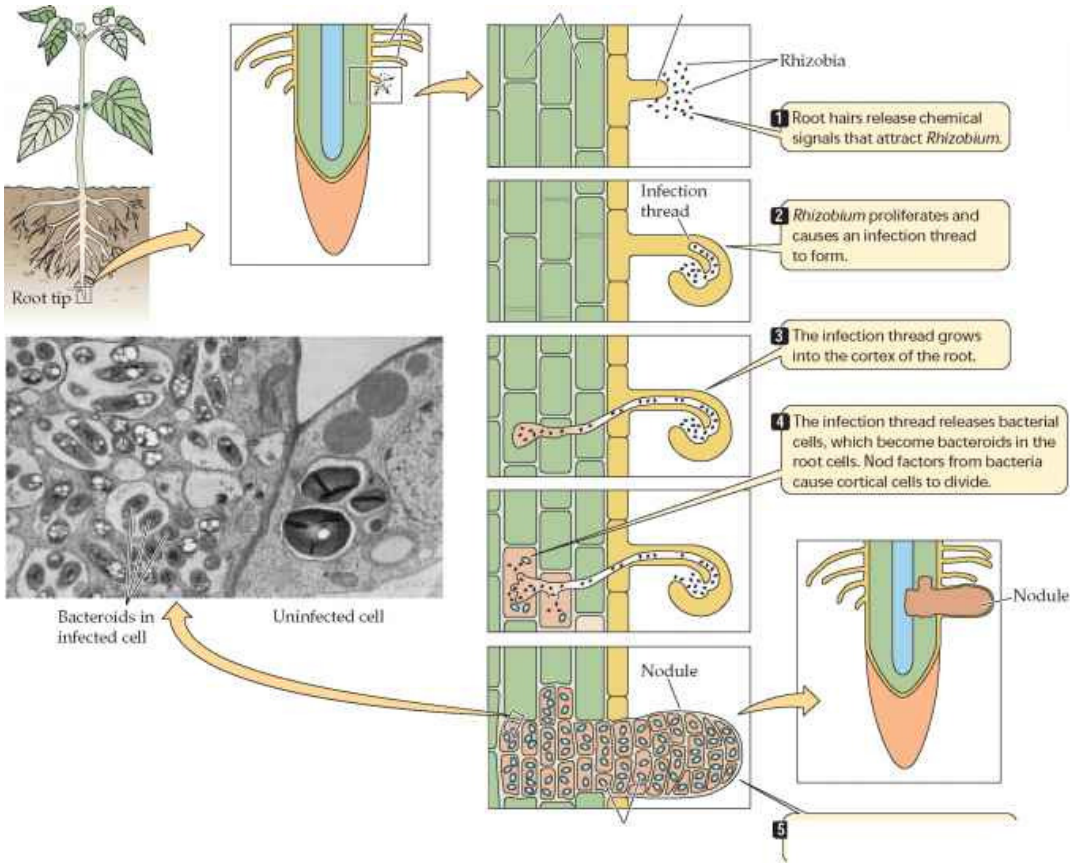
1. 將大氣中游離的氮還原成氨的過程，為需能反應。
2. 植物無法直接利用大氣中的氮，需從土壤中吸收_____和_____以獲得氮。
3. 總反應：_____

二、固氮菌：皆屬於_____細菌

1. 非互利共生固氮型（_____）：單獨生活就具有固氮能力，如固氮桿菌、念珠藻、葛仙米藻。
2. 互利共生固氮型（_____）：必須和其他生物共生時才具有固氮能力，如_____（與豆科植物共生）、_____（與台灣赤楊等非豆科植物共生）。

三、根瘤

1. 組成：為土壤內的_____和_____的根共生的構造。
   →具有_____
2. 形成
   a. 豆科植物根分泌化學物質，使根瘤菌聚集於根部周圍。
   b. 根瘤菌分泌_____使根毛延長、彎曲，並促使根部皮層細胞分裂形成_____。
   c. 根瘤菌分泌酵素分解根毛細胞壁並入侵根毛，根毛的細胞膜形成管狀的_____向皮層延伸。
      →此時根瘤菌會持續分裂
   d. 感染絲分支伸入皮層細胞內部並釋出根瘤菌，刺激皮層細胞進行大量細胞分裂，根部膨大形成根瘤。
   e. 此時根瘤菌停止分裂，開始分化為_____。
      →類菌體在根瘤細胞中被膜包圍，構成類似胞器的構造
      →開始合成_____及_____，進行固氮作用



水和礦物質的吸收

一、根部吸收路徑：

_____

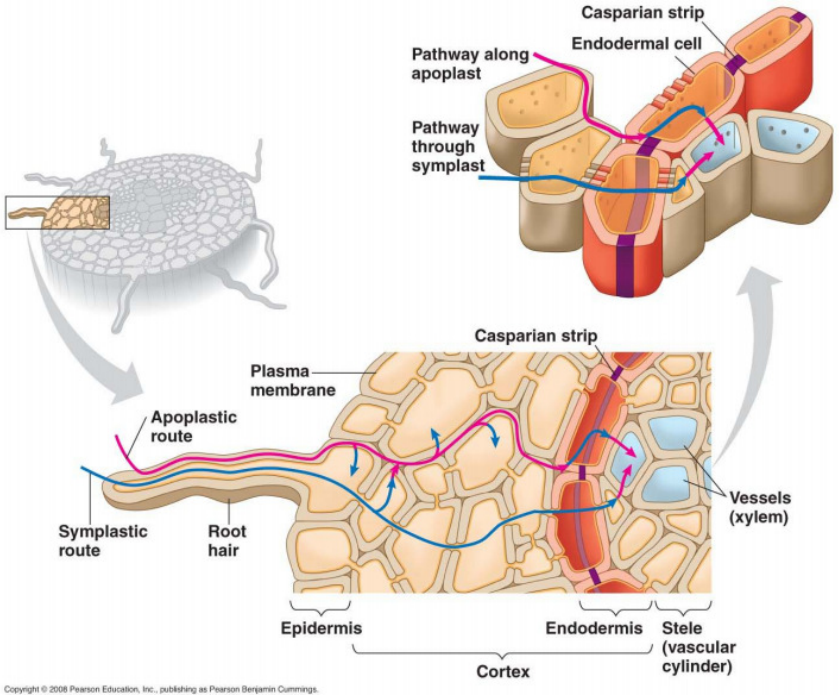
二、吸收與運輸方式

1. 從土壤進入表皮

無機鹽	1. _____為主、促進性擴散為輔 2. 利用主動運輸可累積無機鹽類濃度，產生_____ →滲透壓：土壤 < 表皮 < 皮層 < 內皮 < 周鞘 < 木質部 3. 若土壤中含氧量不足，則無法提供主動運輸的能量
水	1. 因土壤滲透壓＜表皮滲透壓 →水利用滲透作用進入表皮 2. 若土壤過度施肥，會使土壤滲透壓＞表皮滲透壓 →不利根部吸收水分

2. 從表皮進入中柱：分子可自由轉換以下兩種運輸方式。

質外體運輸 (apoplastic transport)	1. 水分及無機鹽藉簡易擴散經由_____運輸 →因未進入細胞內，故運輸速度較快 2. 在進入內皮之前，運輸途徑均在原生質外： 表皮和根毛 —沿細胞壁→ 皮層的細胞間隙 —卡氏帶不透水→ 進入內皮的細胞質 —原生質絲→ 周鞘→中柱的木質部
共質體運輸 (symplastic transport)	水分及無機鹽類先經由膜上蛋白進入細胞內，再經由_____運輸至內皮： 表皮和根毛 —原生質絲→ 皮層的細胞質 —原生質絲→ 內皮的細胞質 —原生質絲→ 周鞘→中柱的木質部



植物體內水分的運輸動力

一、水分的運輸動力

1. 根壓：與土壤含水量成正相關

成因	1. 根部主動運輸並於中柱內累積無機鹽類，使根部滲透壓高於土壤 →水分利用滲透作用不斷進入中柱 2. 根部卡氏帶使水分及無機鹽類累積於中柱內 →產生根壓
功能	1. 產生_____，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
泌液現象	1. 因根壓不分晝夜持續進行，當蒸散作用速率低或無法進行時，多餘水分會藉由葉片尖端或邊緣的_____排出 →通常發生於土壤水分多、氣溫低且濕度大的環境中 2. 多出現於草本植物中 →深山的芋頭植物一片葉一晚約可排出 240ml 的泌液

2. 毛細作用：水上升高度與導管管徑成反比

成因	1. 導管的管徑小且細胞壁具親水性的纖維素 2. 水的內聚力：水分子具有極性，可彼此連結在一起 3. 水的附著力：水分子與導管管壁的吸附力
功能	使水在導管內形成_____，幫助水向上運輸。

3. 蒸散作用：水分上升的主要動力

成因	水分經氣孔散失→葉肉細胞含水量減少→葉肉細胞滲透壓增加→水分由導管滲透至葉肉細胞	
功能	1. 木質部運輸的主要動力 →產生向上的_____ 2. 可調節植物體的溫度 3. 維持植物細胞膨壓 4. 協助植物維持水分及氣體恆定 5. 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	氣孔數目、密度、分佈皆會影響蒸散速率
	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. 若植物面臨高溫或缺水，即使在白天氣孔也會關閉
	溫度	溫度越高，蒸散作用速率越快，藉以調節植物溫度
	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

二、蒸散流

1. 形成：根壓將水由根木質部推向莖木質部→毛細現象形成連續水柱→蒸散作用拉動水柱向上運輸。
   →因三種動力以_____貢獻最大
2. 功能：
   a. 協助植物吸收及運輸水分及無機鹽類。
   b. 可協助韌皮部運輸有機養分。

