

繪圖解說

An Illustrated Guide to Dendrology

樹木的知識

堀 大才^著
Taisai Hori

7 · 葉的構造

(1) 葉的斷面構造

一般而言，闊葉樹的葉片斷面如圖2.20。最表層是角質和蠟所形成的角質層，下面是表皮、柵狀組織、海綿組織、葉背由許多氣孔的表皮及角質層組成的構造。但是韌皮部和木質部所形成的維管束，也就是葉脈，分布在很多地方。針葉樹，例如黑松（圖2.21），中央有兩條維管束，外面環繞著柵狀組織，內鞘的外側是海綿組織，再外面是三層薄的表皮細胞，外面包裹著角質層。角質層是由表皮細胞分泌的。樹木的葉片有時候會長毛，

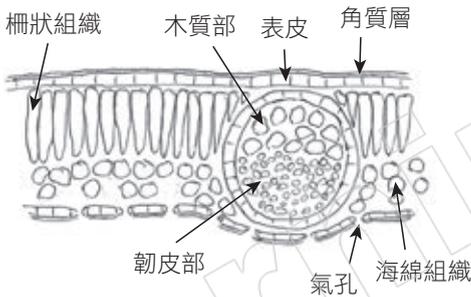


圖2.20 闊葉樹的葉片斷面構造

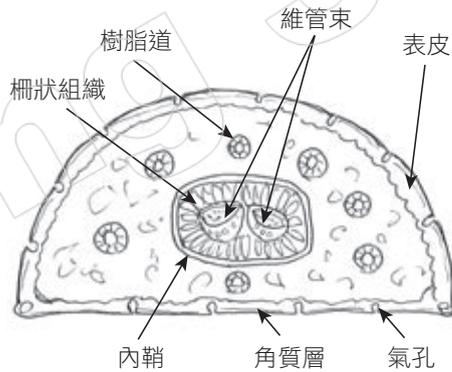


圖2.21 黑松的針葉的斷面構造

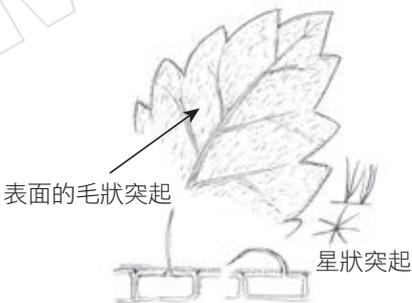


圖2.22 葉片表面的毛狀突起

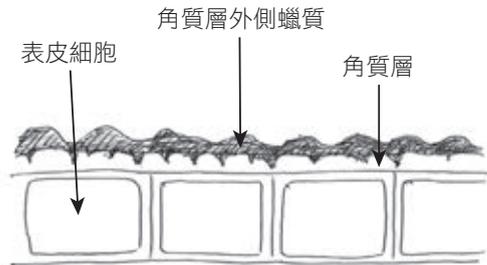


圖2.23 表皮上的角質層和角質層外側蠟質

這和細根的根毛相同，是表皮細胞的突起，稱為毛狀突起（圖2.22）。有些葉片的葉表和葉背會覆蓋著白粉，這是角質層上面堆疊著的蠟所形成，稱為角質層外側蠟質（圖2.23）。角質層與外側蠟質層能夠防止強烈的日照，特別是紫外線對細胞的傷害，也避免表面的水分蒸散，並防止雨水、污染物質的滲透及病原體的入侵，下雪時，防止葉細胞凍結。

（2）陽葉與陰葉

林內生長的灌木與高木的下枝得到的光線微弱，葉片一般較薄。相對地，林冠上部與孤立木的枝條受到很強的光，葉片比較厚。這些葉片的斷面如圖2.24，陽葉的角質層與表皮細胞層較厚，光合作用進行的柵狀組織為兩層，有時可長到三層；而陰葉相對的角質層與表皮層較薄，只能透過弱光，柵狀組織只有一層。

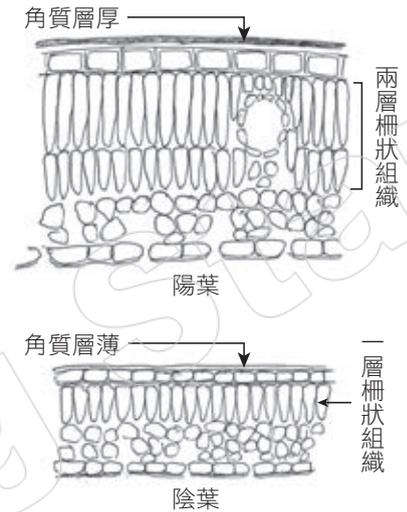


圖2.24 陽葉（上）與陰葉（下）的斷面

（3）葉子的表面和背面

葉片表面與背面綠色的狀態並不相同，一般表面顏色較深，葉背較淡。這是因為葉背有大量讓空氣出入的氣孔，且海綿組織的間隙，光是散射的。另外，葉表有光滑的角質層覆蓋著，下雨時水也很容易滑落，但葉背角質層不發達。以茶花為代表的闊葉樹，常綠闊葉樹的葉片角質層特別平滑發達。白背櫟



圖2.25 針葉樹的葉背的氣孔線

的葉背是白色的，刮它的落葉會有很多的白粉，這是葉背有許多魚鱗狀的角質層外蠟質。此外，還有很多針葉樹有不同的葉背，例如檜木是Y字型的，日本花柏是X字型的，羅漢柏呈W字型，日本冷杉有兩條白色的線狀（圖2.25）。這個部分稱為氣孔帶或氣孔線，白色的部分是在氣孔列的上方阻止水滴與微生物通過的角質層外蠟質。

（4）黃葉，紅葉，褐葉及落葉

葉子因為某些原因不能維持光合作用的機能就會落葉，落葉之前葉綠體分解，葉片裡的氮素及鎂等微量元素回收到枝條，褪去綠色。葉片有活力時所存在的類胡蘿蔔素會在過程中顯色，葉片轉黃。葡萄糖與蔗糖被酵素分解時受到了紫外線的影響，產生一種類黃酮稱為花青素，因而轉為紅葉。

楓樹等落葉闊葉樹的紅葉在秋天呈現鮮豔的紅色，氣溫在5°C以下，楓葉就一起轉紅。5°C對於多數的溫帶植物而言是生理上的0°C，是大部分的代謝機制都會停止的溫度。會變紅葉的樹木在氣溫5°C以下，無法正常地進行光合作用，枝和葉柄之間形成離層，停止水分的供應，然後落葉。在落葉之前葉綠體就被酵素分解，葉片裡殘留的微量元素及氮素在離層形成前被回收。但是由於醣類不能夠全部回收，有些醣類仍會留在葉子裡。這些醣類受到酵素及紫外線的影響，形成花青素造成紅葉的現象。

花青素合成的意義有以下的假說。樹木在低溫時，樹勢下降不能充分地行光合作用，葉中的葉綠體在分解後回收必要成分。此時葉綠體中的葉綠素外露，受到光線的影響而活躍。如此會產生毒性強的活性酵素，造成葉的細胞壞死，就無法回收必要成分。於是，產生能夠有效吸收青光的花青素，便能避免葉綠素的活性化。另外，有些報告指出，花青素較多的葉子比較不會受到蚜蟲的侵犯。

黃葉是葉綠素減少，讓一直被遮蔽的類胡蘿蔔素顏色呈現出來的現象。類胡蘿蔔素是萜烯的一種，屬於四萜，而由碳及氧形成的是胡蘿蔔素，另外含有的物質為葉黃素。類胡蘿蔔素有很多種類，因此會呈現不同的黃色。

櫟木與櫟屬槲樹類植物紅葉時呈赤褐色，稱為褐葉。褐葉是葉綠素減少，和丹寧的物質酸化重合，形成櫟鞣紅物質的顏色。仔細看變紅的櫟木葉片，一片葉子中就有鮮紅、橙黃色、深赤褐色三種顏色，再加上部分殘存的綠色，成為四種顏色。像這樣一片葉子有很多顏色的變化，是葉片重疊使葉的某些部分受到的紫外線量不同及蟲害程度不同時容易產生的現象。

在寒冷地區及冬天乾燥的地區，杉木在冬季葉子也會變成赤褐色，這是葉片中的葉綠素和葉黃素減少，呈現一種紅色胡蘿蔔素顯色的狀態。通常春天時葉綠素增加，葉片就會再回到綠色，冬天的時候受到寒風害，就與枯萎的樹木呈同樣的顏色。究竟葉片變紅的杉木是枯掉還是活著，在春天來臨前是很難了解的。

並不是只有秋天才會有紅葉、黃葉及褐葉，很多常綠闊葉樹在新葉展開時，也會呈現紅黃葉。樹勢不良的落葉闊葉樹，在夏天或初秋時也會變紅黃葉再落葉。此外，野漆與櫻花在初秋天氣仍暖之時就會變紅落葉。總而言之，紅黃葉現象是葉子因為某些原因不能行光合作用，在葉片脫落前會回收氮素與微量元素，大多的落葉闊葉樹約以 5°C 為界線，樹種不同也有一些差異。樹勢不良的樹木，如果氣溫稍微變化或持續乾燥也會產生對光合作用的不利條件，因而提早變色落葉。

相對的，落葉闊葉樹也有不變紅黃葉的樹種。毛赤楊與日本檉木的葉子在晚秋或初冬時依然呈綠色，到了 0°C 以下時綠色就會稍微褪掉後落葉。這些樹種不將能量用於顏色變化，在生理的界線內持續行光合作用，於是就無法回收氮素和鎂等構成葉綠體的成分。

8 · 外樹皮

(1) 周皮和木栓層

樹木年輕的莖是由維管束形成層形成次生木質部與韌皮部進行肥大生長，莖的表面覆蓋著表皮，受到成長應力的拉扯後造成軸方向的分裂。於是裂開的表皮內側的皮層組織細胞，有時表皮細胞會再度得到細胞分裂的能力，外側形成木栓層，內側形成木栓皮層。這種再度進行細胞分裂形成的薄層細胞稱為木栓形成層。以上的木栓層、木栓形成層與木栓皮層，合稱為周皮。

木栓形成層是一層到數層細胞壁薄的細胞列，而木栓層是由已經死亡的木栓細胞所構成。木栓層的斷面沒有間隙地以放射方向排列著四角形或六角形的筒狀長細胞，細胞膜的內側中空且充滿空氣，細胞壁裡有蠟物質的木栓質，有時候沉澱大量的木質素，避免水分滲透與蒸發、防止病蟲害的入侵，也遮蔽了直射日光所產生的熱。

木栓皮層是由數列的薄壁細胞構成，細胞壁富含纖維素。最外層的木栓層非常薄或者脫落，使光照到木栓皮層細胞時，細胞內的白色體就會轉換成葉綠體，進行光合作用。木栓皮層在年輕的莖中因一次皮層肥大成長而被破壞後，就會成為二次皮層。樹皮不斷變薄的樹種，其最外層的木栓皮層與內側新的周皮形成時，和韌皮部的連絡就會終止，無法行光合作用而木栓化，並在木栓化後失去柔軟性，於肥大生長時脫落。

表皮破損後，皮層組織中形成的一次木栓形成層的細胞分裂週期變短，在莖的肥大生長時被破壞，但是維管束形成層的細胞分裂每年會形成新的韌皮部，而被推出的舊韌皮部細胞再次細胞分裂，轉為二次木栓形成層，形成周皮。

周皮因為肥大生長，而由內側逐漸脫落。木栓層時常脫落的樹種，樹皮呈現薄的狀態，而不脫落的樹種，木栓層可以重疊形成厚樹皮。

如上述，最初的木栓形成層是由莖最外層的皮層形成，之後由原有周皮內側的韌皮部細胞每年形成，而原有的周皮外側逐漸向外推。一般而言，木栓形成層並非樹幹全面均勻生長，而是區域性形成，形成的位置每年也會改變。不過，麻櫟與栓皮櫟的木栓形成層是樹幹全面均勻形成，木栓形成層逐漸替換，形成樹幹全體都很厚的木栓層。外側愈老的木栓層是在周幹小的時候形成，當樹幹肥大生長，會形成溝狀（如圖2.26），成長旺盛的地方形成較大的溝底，呈現明亮而嶄新的周皮顏色。

白樺與山櫻等樹種，其最初的周皮會長時間存活，肥大生長造成切線方向的拉扯，細胞的數量增加，並以切線方向加長生長，就會形成橫向纖維發達的樹皮。特別像是山櫻與大山櫻等樹木橫向生長時，皮孔以橫向排列而成（圖2.27），形成櫻花特有的橫紋樹皮，常用於木飾加工。

日本冷杉、櫟木等最初的周皮長期持續生存，但並不形成像山櫻的橫紋，只有呈現稍微橫向生長的狀態。櫟木等樹木的樹皮橫紋不長，皮孔的排列也是橫向排列。櫟木的壯齡木與受傷木在陽光直射樹幹的部分，木栓形成層分裂旺盛，外側的木栓呈現鱗斑狀剝落，使樹皮不光滑。

法國梧桐和紫薇等樹皮的木栓組織不發達，木栓皮層旺盛的進行光合作用，數年後組織老化時，皮層會全面木栓化。木栓化後皮層失去柔軟

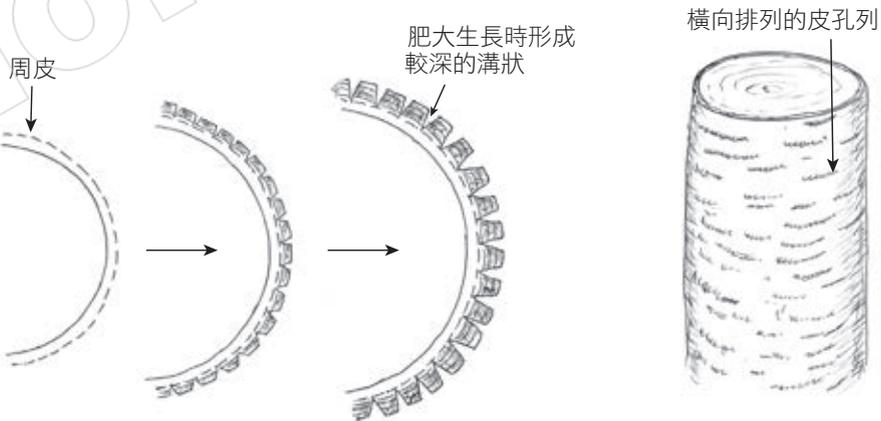


圖2.26 不脫落而增厚的樹皮

圖2.27 受到橫向拉扯而生長的樹皮

性，在樹幹肥大生長時脫落，內側形成新的周皮，進行組織的新陳代謝。這樣的樹皮新陳代謝會在樹幹全面以斑狀進行（圖2.28）。

衛矛的年輕枝條斷面呈四角形，當年生的枝條對角的兩個角的表皮沿著軸向縱裂，在此形成木栓形成層，為了產生放射方向連續的木栓組織，而形成了特異的翼狀木栓層（圖2.29）。這個翼狀的木栓層使柔軟的長枝具有較強的彎曲應力，並支持著細長枝條水平與斜向方向的生長。和衛矛近親的其他衛矛類，其年輕枝條的木栓幾乎不發達，於是枝條呈現下垂的傾向。

赤松枝幹的上部有容易剝落的赤褐色木栓層重疊著，木栓層下方的皮層組織具有葉綠體能進行光合作用，而樹幹的下部則會形成和黑松同樣厚的木栓層（圖2.30）。容易剝落的木栓層部分與厚實重疊的木栓層部分有明顯的交界。雖然這個差異是如何形成的仍不明確，但有一個重要的原因是，肥大生長造成了樹木外周擴大率的差異。假設年輪成長的幅度相同，樹幹粗、細部分的成長擴大率是不同的，細的部分極激烈地增大。一般來說，樹幹的肥大生長會在光合作用活躍的枝條下方旺盛進行，所以樹冠位置較高的樹木，樹幹上部的年輪寬幅比下部的還要大。像這樣的成長率差

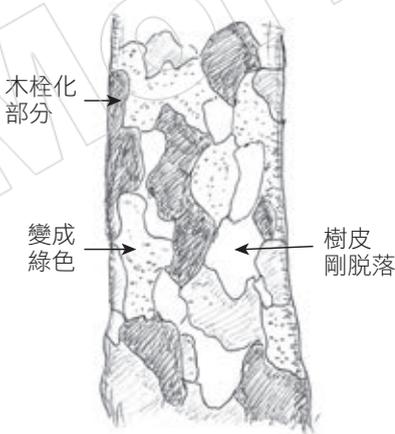


圖2.28 時常剝離替換的樹皮

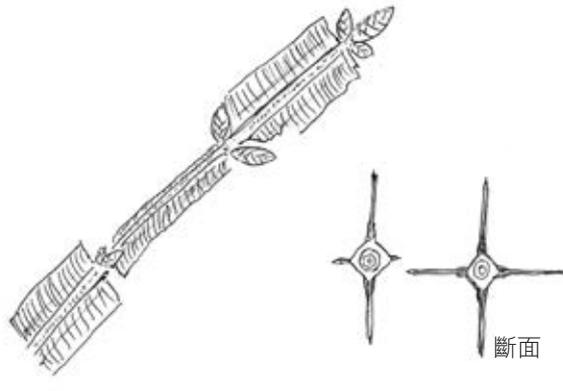


圖2.29 衛矛年輕枝條的十字形木栓

異之所以是重要原因，證據如下述，傾斜樹幹的下側和上側樹皮，狀態明顯不同。赤松樹幹的下側因為壓縮反應材的形成，肥大生長比樹幹上側發達，上側樹幹的肥大生長較小，於是樹皮剝落較少，形成較厚的木栓層。相對的，下側的樹皮不斷地剝落。另外還有一個可能因素是樹幹的搖晃，樹幹愈上方受到風的搖晃變形愈大，樹皮受到壓縮與拉拔的力量。由於木栓化的外樹皮幾乎不能伸縮，頻繁的彎曲會造成樹皮脫落，而樹根附近的樹皮因為不變形，所以不容易脫落。

杉木與檜木的樹皮（圖2.31）被用於傳統日本建築的屋頂瓦片，因為杉木和檜木的樹皮是縱長分裂的纖維。檜木瓦是將直徑70公分以上的檜木樹皮，在有可能新生的狀況下將之剝取利用；而杉木瓦則要剝取新砍下的杉木，因為杉木的樹皮再生能力不佳，難以重複剝取活樹皮。

樹木的組織受傷時也會形成木栓。例如，枝條上的綠色橘子表皮受傷時，受傷的部分會隆起變成土黃色。這並不是由木栓形成層形成的，而是細胞直接木栓化，也就是細胞死亡後細胞壁木栓化的現象。薄樹皮的樹木受傷時，皮層與韌皮部就會變成木栓形成層，產生木栓。一旦受傷過的木栓形成層所形成的部位比其他地方更旺盛地形成木栓，木栓就會浮現受傷的形狀。櫟木的樹皮受到病原菌感染時，周皮和木栓會異常地生長，感染部位會年年逐漸擴大，形成像火山

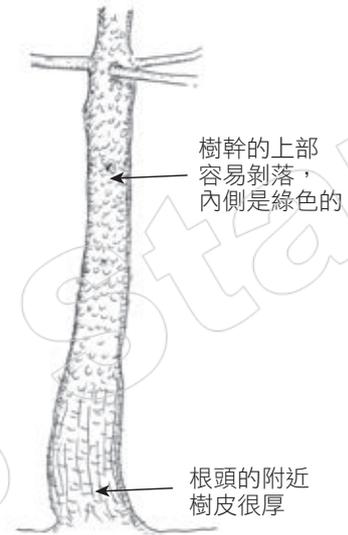


圖2.30 赤松樹皮的變化

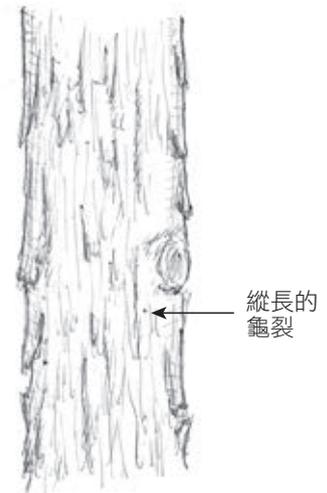


圖2.31 杉木與檜木的樹皮

狀的圓錐形現象（圖2.32）。這個異常發達的木栓很容易剝落，所以很少能形成完整的圓錐形。

小葉青岡的樹皮比較平滑，但不會脫落，也不太會變厚。但是公園內的小葉青岡樹皮則很少是光滑的，反而密生著粒狀的木栓。這是櫟介殼蟲的寄生所造成的影響。介殼蟲寄生在樹皮表面，使樹皮長出小的瘤狀木栓，這個木栓包覆著介殼蟲，防止受到螞蟻等天敵的攻擊。這便是蟲利用樹木防禦反應的例子。

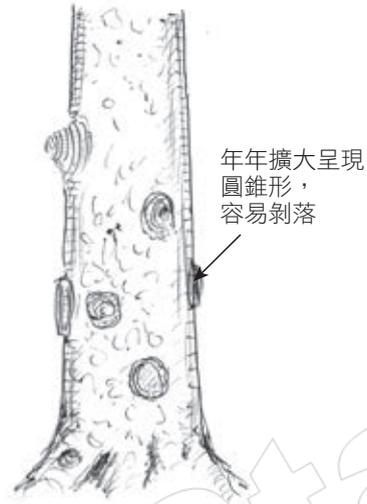


圖2.32 櫟木異常的圓錐狀木栓

（2）皮孔

皮孔是枝、幹及表面木栓化的根的空氣進入口，為了防止病菌侵入，木栓形成特殊的過濾狀態（圖2.33）。皮孔是由木栓形成層和別皮的木栓形成層所形成。山櫻的皮孔，是由樹幹和大枝的肥大生長造成樹皮橫向拉扯，皮孔慢慢互相鄰接所形成，是橫向排列的皮孔（圖2.34）。另外，樹皮沒有剝離過的年輕櫟木也有同樣現象。根和莖相比很少形成皮孔，但是表土層的水平根比較常見。有些樹種的根和莖浸泡在停滯水中呼吸困難時，皮孔木栓形成層不形成皮孔，而是形成皮層通氣組織。皮孔木栓形成層也是不定根的原基。

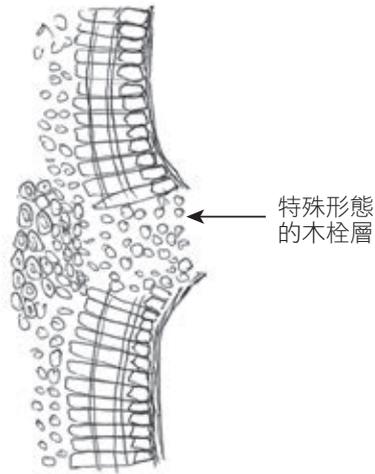


圖2.33 皮孔的斷面

(3) 樹皮的光合作用

年輕的莖是綠色的，是由於表皮內側的皮層細胞旺盛進行光合作用。年輕枝條的一次皮層在數年後被莖的肥大生長破壞，韌皮部薄壁細胞的一部分成為木栓形成層，回復細胞分裂機能，形成周皮。木栓層時常剝落，光線可以達到皮層的薄皮樹種，其周皮所形成的木栓皮層具有葉綠素，可以行光合作用。尤加利類、法國梧桐類、鹿皮斑木薑子、紫薇、檫木等不形成厚木栓層的樹種，最外層的周皮時常更新，樹幹全體可以行光合作用。尤加利的木栓層老化時會軸向的脫落，脫落後的樹皮是黃白色，過一陣子會成為綠白色，刮傷表皮就可以看到皮層組織是呈現綠色的。針葉樹白皮松木栓化的部分成為斑點綠白色的樹皮，可以行光合作用。黑松只有很年輕的莖能行光合作用，長胖以後，外樹皮的內側形成新樹皮，但由於外樹皮不脫落，樹皮內也就不進行光合作用。相對的，赤松的外皮逐漸脫落，除了木栓層很厚的樹幹下方，幾乎樹幹和樹枝全體都可以行光合作用。

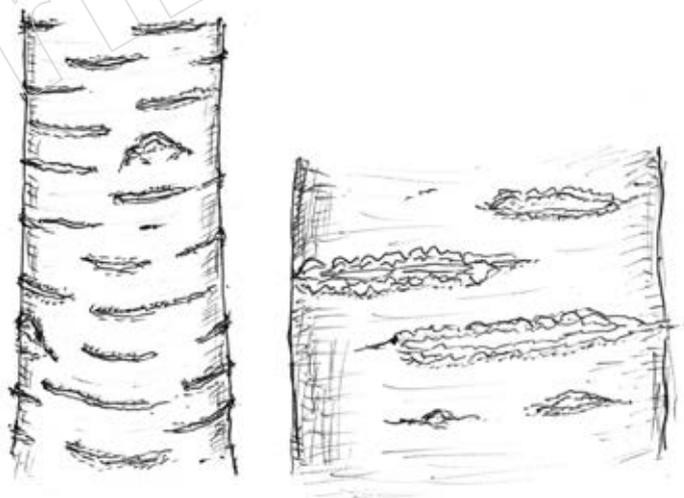


圖2.34 櫻花樹的皮孔排列

9 · 潛伏芽

大部分的樹木在修剪或枝條受傷後，會在樹幹或枝條上長出新的枝條，企圖回復失去的枝葉（照片12）。這些新生的枝條稱為蘗枝或徒長枝等。這些新的枝條長出的位置事先就決定了，闊葉樹是源於腋芽（圖2.35）。在樹幹或是大枝還是枝梢的階段，葉柄的腋部有小芽，這些芽在第二年發芽長成新的枝梢，但枝梢下方的芽隔年不發芽，就這樣長期休眠，成為潛伏芽。然而，潛伏芽埋在樹皮下方，隨著年輪繼續生長，條件具足時，突破樹皮而生長。所謂條件就是，樹冠上方提供的生長素影響變小，細胞分裂素影響變大。生長素抑制了側芽的發芽及生長，而細胞分裂素會促進側芽的形成及伸長。

枝條的潛伏芽在樹幹生長時埋入樹幹卻持續生長，年年在樹皮最內側持續性生長，枝條的周圍，特別是兩側和下部的芽，成為潛伏芽。但是，枝條上方的芽，也就是向著樹幹中心生長的芽不會成為潛伏芽。這些潛伏芽的排列在櫟木、朴樹、日本辛夷等樹皮是很明顯的（圖2.36，照片11），厚皮的樹種在木栓中深埋，就不明顯了。

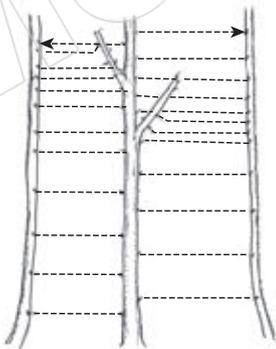


圖2.35 長期休眠狀態的腋芽

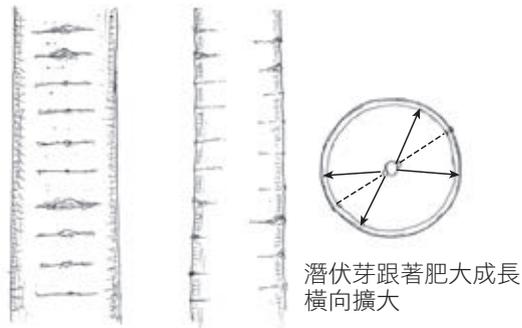


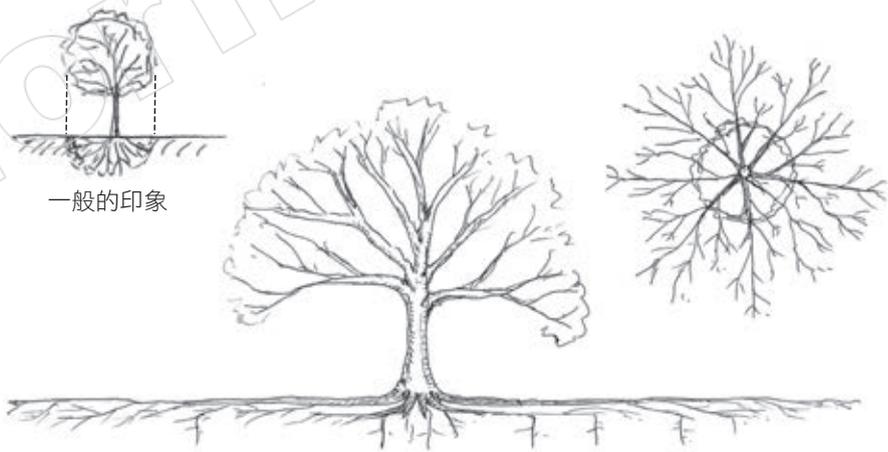
圖2.36 櫟木與朴樹潛伏芽的排列

10 · 根系

(1) 根分布範圍

包括造園學的許多專家，都認為樹根分布的範圍和樹冠的範圍幾乎相同，形成造園界共同的錯誤觀念。其實，樹根如果沒有切斷、衰退，或障礙的石頭等影響根生長的阻礙時，根系的範圍遠遠超過樹冠（圖2.37）。如前述，樹木的根吸收大量水分，土壤中沒有根的地方含水量就會比較多。樹木的根為了尋找水源會超過自己的樹冠範圍向外生長。此外，能夠吸收水分、氮肥、微量元素的根是根尖沒有木栓化的部分，於是尖端木栓化就會喪失吸水能力。為了不斷地吸收水分，根尖會持續的伸長生長。

樹木的根系，除了會受重力影響的下垂根，大部分的根因為向水性而向水平方向生長。向水性的根水平生長的理由是，吸收水分時需要能量，能量的取得必須要進行有氧氣的呼吸作用。淺層的地表含有較多的氧氣，於是根系必須在氧氣充分的淺層土壤生長。因此，這是向水性和氧氣所造成的根系向性。



實際的根系超過樹冠的範圍很廣

圖2.37 根系的分布狀態

(2) 根尖端的構造

細根是根的尖端數公分以內的白根部分。最尖端是根冠，它的內側有根尖分裂組織。根尖分裂組織旺盛的細胞分裂形成根。根尖分裂組織的細胞分裂不斷地推出根冠而伸長，在土壤中以螺旋狀運動，尋找生長的間隙。根冠為了防止土壤及石礫不斷摩擦使根受傷，必須由根尖分裂組織不斷地補充。脫落的根冠細胞附著於細根的表面，細根分泌的黏液與有機酸、可溶性糖等會形成根圈。樹木的根系中，具有吸收水分、氮素、磷酸、鉀肥等成分能力的只有細根，根分叉生長增加細根，提高了養分與水分的吸收能力。細根會因為表皮細胞的木質化、木栓化而喪失吸收能力，於是尖端持續生長，吸收能力就會移動到新的根尖。

根尖分裂組織的細胞分裂所形成的細根逐漸組織化，如圖2.14。養分與水分從表皮細胞及皮層細胞的細胞壁與皮層細胞的細胞間隙自由地通過，但水分只有從細胞的內部，也就是細胞膜內通過。通過皮層的養分到達內皮。內皮細胞的細胞壁具有卡氏帶，是由木栓質或木質素形成的不透水層（圖2.38），養

水分必須要從內皮內側的中心柱進入到內皮細胞的細胞膜內。此時，內皮細胞膜旺盛的呼吸而得到能量，以進行通過物質的取捨。此時所消耗的氧氣是土壤水中溶解的氧氣，並不是土壤孔隙的氣態空氣，所以土壤水不含氧氣，細根就無法吸收。

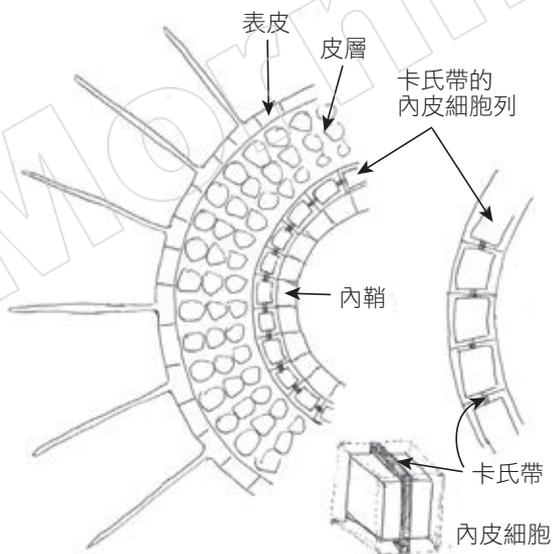


圖2.38 卡氏帶（內皮細胞壁中的不透水層）

「根圈」受到細根包覆黏液物質的影響，在厚約1mm以下的範圍，是多樣性的微生物棲息及多樣的根分泌物所造成的複雜生態系。根圈裡固定氮素作用的半共生或自立生活的微生物大量的生息，提供根部氨態氮，而根提供微生物糖的代謝物質。根分泌有機酸，溶解不溶性的磷酸化合物，使其可以吸收，並包覆鋁等毒性物質使其成不溶性（圖2.39）。

如果土壤到深處也是蓬鬆的，沒有伸長生長的障礙，主根就可以因重力趨性向下生長，一直到土壤水分中缺乏氧氣的地方。如此一來，根的尖端活性就會下降，根尖分裂組織的細胞分裂素生產下降。葉和芽產生的生長素由韌皮部往下輸送的影響就會增加，形成側根。側根是由內皮的內側、中心柱最外側的內鞘薄壁細胞分裂而成（圖2.40）。根的二次肥大，會造成根斷面最外層的表皮破壞，側根就會形成形成層、放射組織、內鞘、皮孔木栓形成層。

(3) 不定根

從胚胎與根以外的組織、器官所長出的根稱為不定根。裸子植物和雙子葉植物從胚胎生長的幼根先形成主根，再發生側根而形成根系。單子葉

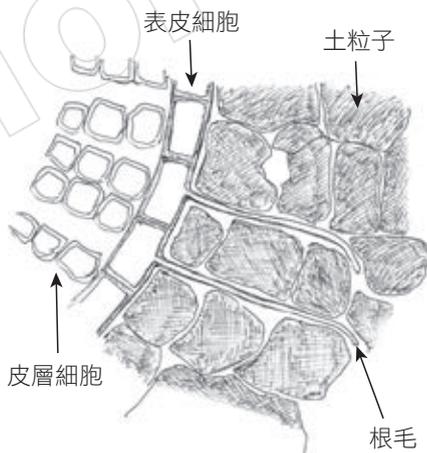


圖2.39 根圈的機能

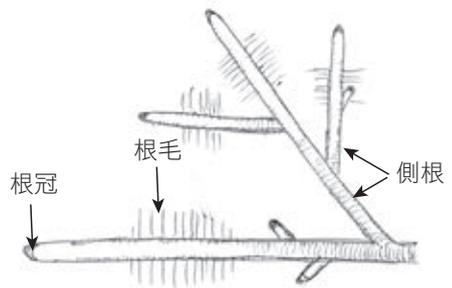


圖2.40 側根的形成

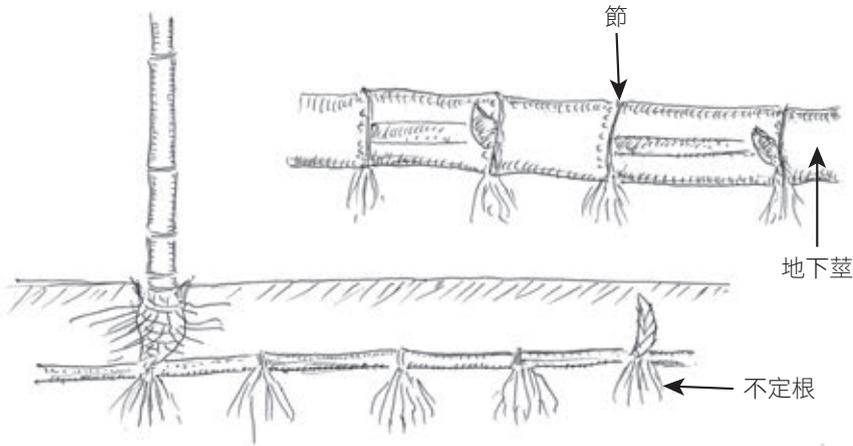


圖2.41 竹類的不定根

植物的幼根快速的衰退，胚軸及莖下部長出的不定根不太進行分枝生長，而形成像鬚鬚的根系支撐著植物體。這在禾本科特別明顯，例如竹子類由地下莖及稈的基部的節產生不定根（圖2.41）來吸收養分與水分。幾乎大部分單子葉植物的不定根，不會像樹一樣的肥大生長跟分枝，型態單純。

雀榕、榕樹、印度橡膠樹等桑科榕屬的喬木，從樹枝、樹幹長出像線的氣根向下垂，吸收空气中的水分，到達地面後伸入土中快速肥大，受壓側形成支柱狀的根，而拉張側形成像纜繩的支柱。

不定根的原體是由維管束形成層、韌皮部、韌皮部放射組織、木質部放射組織、內鞘、癒傷組織等的分生組織形成的。不定根原體的形成和生長素、乙烯、激勃素等植物荷爾蒙有很大的關係。另外，傷口、樹木的腐朽、蟲的穿孔木屑與糞便、適當的溼氣也有很大的關係。但若只有傷口而周圍沒有腐朽材或蟲糞，癒傷組織不會變成不定根。櫻花類從透翅蛾幼蟲的穿孔痕常會長出不定根，而天牛幼蟲的穿孔產生的大洞容易乾燥，不容易長出不定根。多數的樹種不管發生在什麼樣的地方，不定根和一般的根組織及型態沒有差異。樹皮和邊材腐爛時容易長不定根，可能是腐朽部分的微生物產生微量的生長素所影響。

柳樹類枝條的韌皮部外側、和皮層交界處的內鞘是不定根的原基，

枝條著生在樹幹時不會長出不定根，切斷進行插枝就會長出根。在河川旁生長的柳樹被洪水沖走後會在漂流定著的地方長出根（圖2.42）。此外，沒被沖走卻倒折的樹木也會從樹幹與樹枝長出不定根，而根就會發展成支持根，再直立生長。因此，有些河川上下游的植物遺傳因子是相同的。利用柳樹的特性，使用柳樹的插枝防止山坡斜面土壤的崩壞。

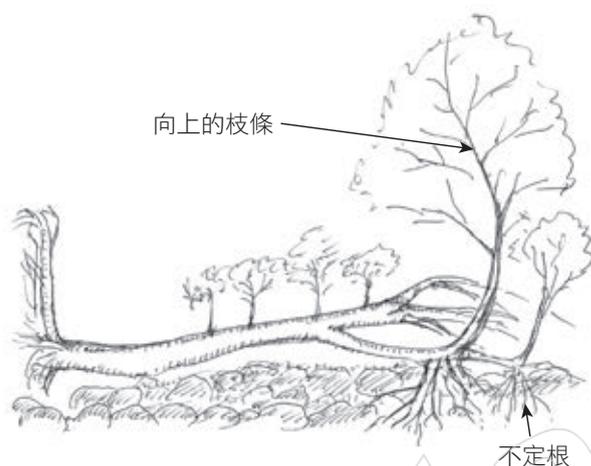


圖2.42 倒伏的柳樹枝條長出根

有些樹木的木質部放射組織到韌皮部放射組織是不定根的原基，而有些樹種的皮孔木栓形成層是不定根的原基。很多活樹的不定根伸入木材的腐朽部分及樹皮壞死的地方（圖2.43），將包覆的樹皮剝落、去除腐朽部分，不定根就會乾燥死亡（圖2.44）。大部分的不定根在途中枯死，到達土壤表面長根，活力強的細根快速的肥大生長，提供樹幹大量的養水分。

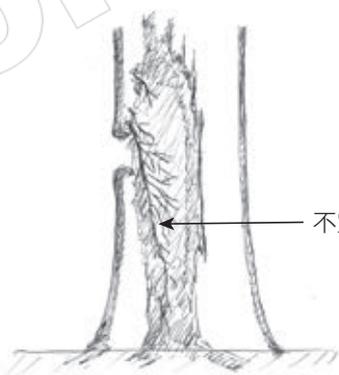


圖2.43 伸入木材腐朽部的不定根

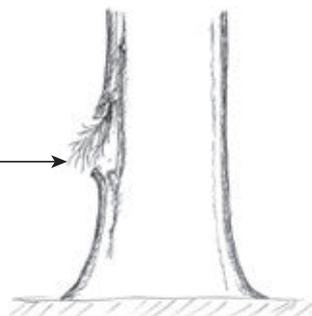


圖2.44 由腐朽材及死亡樹皮伸出的不定根

第 3 章

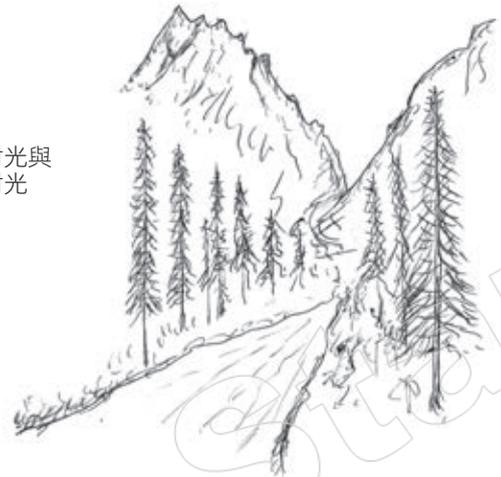
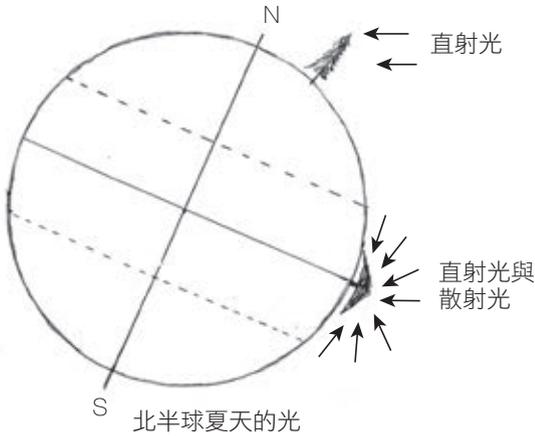
樹型的意義



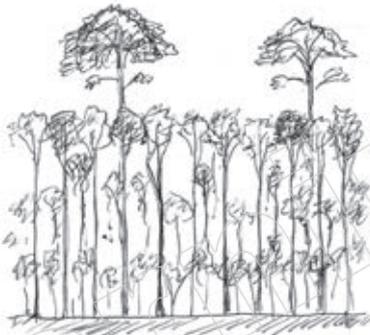
1 · 熱帶的樹型和極北的樹型

在赤道下方的地區，太陽照射的偏斜角度一年最多只差23度26分。因此，熱帶地區整年在正中午的時候，太陽大約位在正上方。於是，非常明亮的散射光從天上照下。若要將太陽光進行最大限度利用，形成傘形樹冠是最有利的（圖3.1右下，照片1）。傘形的樹木常會被羊等草食動物吃掉下方枝條。在森林裡形成比林冠樹木更高的樹種，張開樹冠生長就可以全天候得到散射的光源（圖3.1左下）。

而阿拉斯加、加拿大、北歐、西伯利亞等極北地區，樹木在一年中將近有半年無法照到陽光。夏天的時候太陽在水平線的附近繞行一周，通過很厚的空氣層，得到微弱的橫向陽光，從正上方天空來的散射光十分微弱。為了得到橫向的陽光，形成像聖誕樹的圓錐樹型，這對得到陽光進行光合作用是有利的（圖3.1右上）。極北地區生長的針葉樹，如果樹與樹之間間隔狹小就會互相擋住橫向的陽光，因此樹木的間隔比熱帶雨林和溫帶落葉樹林還來得遠。



圓錐狀的極北針葉樹



熱帶雨林的大喬木的傘形樹冠



熱帶獨立樹的傘形樹冠

圖3.1 北半球夏天的太陽角度和熱帶、極北的喬木樹型



樹木的小知識2 雲霧林

雲霧林常發生於全年水蒸氣氣流在山地形成上升氣流和雲霧的區域。雲霧發生前，上升氣流每上升100公尺，氣溫約下降 1°C ，這是氣體在膨脹的時候失去能量。氣流下降時，水蒸氣達到露點，水蒸氣變成水滴時放出汽化熱，使周圍的氣溫不下降，上升100公尺變成下降約 0.5°C 。因此，在同樣緯度乾燥的地區和溼潤的地區，海拔上升，溫度的變化是不同的，乾燥地區的變化比較大，溼潤地區同海拔氣溫比較高。雲霧林存在的地區，由於海拔降溫較小，在高處也有很多的常綠闊葉樹。