

初級中學

植物學

遵照三十年修正課程標準編著

新中國教科書

初級中學

植物學

上冊

編著者 張 珽

正中書局印行

編輯大意

（一）三十年教育部頒布之修正初中博物課程標準編輯，分爲上下兩冊。上册供第一學年第一學期每週授課二小時，下冊供第二學期每週一小時之用。

（二）本書取材，以日常習見或與國民生計有切近關係之植物爲主。

（三）本書編法，根據植物的生活現象，就事實的性質以次陳述，力避呆板枯燥之弊。

（四）本書上下二冊，計十三章。先分論高等植物之狀態構造、生理、以及生態等要義，使學生明瞭植物生活上普通之事實與原理。其後就植物界之主要門類，依天演程序，作簡括之陳述，俾學生略知植物界發達的順序。

（五）本書關於植物體之細微構造，不易觀察與領會者，僅述其大概，次於植物之生活現象，易於明瞭、欣賞者，則多所注意。希望於動的方面引起學生隨時研究的興趣。

（六）依據以上的原則，本書每章之末，附有練習問題若干條，以便學生自習，並供教師發問及與學生討論時之參考。

（七）本書各章所述簡單實驗或野外觀察，希望教師在事前預備，隨時可以指導學生，以免學生祇知有書本而忽於實事。

民國三十一年九月編者識

目 次

第一章 緒言

- (一) 植物... .. 1
- (二) 植物與動物... .. 1
- (三) 植物學... .. 2
- (四) 研究植物學的意義與方法... .. 3

第二章 植物體的基本構造

- (一) 細胞... .. 6
- (二) 組織... .. 10
- (三) 器官... .. 13

第三章 根

- (一) 根的發生... .. 16
- (二) 根的種類... .. 17
- (三) 根的變態... .. 19
- (四) 根的部分... .. 22
- (五) 根的構造... .. 23
- (六) 根的吸收作用... .. 26
- (七) 根與土壤的關係... .. 28

第一章 緒 言

(一) 植 物

自然界中，物類萬殊，大別起來，不外兩類。一類是沒有生命的，叫非生物。如石塊泥土等是；一類是有生命的，叫生物，其中又可別為動物和植物兩類，如蟲魚鳥獸等等大都能自由行動的，便是動物。花草樹木等等大都植生在地上不能行動的，便是植物。

(二) 植物與動物

高等動植物的區別 植物與動物本屬同源，都是由原始的生物進化而來的。構成植物體和動物體的基本物質，都是有生命的物質，牠們都能攝取食物，能生長，能繁殖，並能感應外界的刺激，實際是很難區別的。不過後來因為生活的環境不同，遂漸漸發生變異，成為植物與動物兩界。所以在原始生物中，很有許多分不出動物或植物的。可是高等動植物中的差別，則較為顯著，大概有下列四點：

構造 植物體的器官少而簡單，而且都顯露體外。構成其體的基本單位即細胞，外面有一層細胞壁，壁中主要成分為纖

維素。至於動物體，則器官較多而複雜，而且多存在體內。細胞外面都缺少纖維素的細胞壁。

營養 植物大都有葉綠素，能將攝得的無機物，在日光中製成有機物以爲營養。動物則幾全無葉綠素，不能自造食物，必須攝取植物或他種動物體爲養料。

感覺 植物無神經或感覺器官而能感應，但反應遲緩。動物有神經和特殊的感覺器官，所以感覺能力不但敏速，並且複雜。

運動 植物有根固定在土中，不能行動，動物具有行動器官，且感覺靈敏，便於行動。一方因須尋求食物，行動不可缺少。

植物與動物的關係 植物與動物的關係極密切，在自然界中不能分離而單獨生存。一切動物依賴植物獲得有機物，就是動物不能獨立生活的明證。許多高等植物的花，構造特異，必須賴某種昆蟲爲之傳送花粉。又如果實與種子得動物運動而散布的，亦不在少數。

動植物間除此互助的關係外，互相爲害的亦極多。細菌和菌類植物常有寄生在動物體上，使動物發生病害，甚且死亡的。昆蟲與其他動物亦常有侵害植物而致死亡的。

(三) 植物學

地球上的植物，種類繁多，現在已知其名稱的，約有三十萬

種，其未被發見的，爲數當亦不少。凡以此龐大的植物界爲對象，用科學的方法，來研究其形態構造以及一切生活現象的學問，就叫做植物學。

植物學研究的範圍既如此廣大，以一人一生之力，決不能對各方面作精深的研究，所以爲着研究上的便利起見，植物學常分成若干分科。其中專研究植物的外形和內部構造的，叫做植物形態學；專研究植物的生活現象和各部的機能的，叫做植物生理學；專研究植物相互間的親緣關係的，叫做植物分類學；還有專研究如何利用植物的學問，叫做應用植物學，如森林植物學、農藝植物學、藥用植物學等便是。

(四) 研究植物學的意義與方法

我們爲什麼要研究植物學呢？我們研究植物學至少有以下兩種意義：

1. 實用上的意義 人生基本的需要是食、衣、住、行；而食、衣、住、行的原料大都是植物供給的。棉花、苧麻等物可以製布成衣。織綢緞的絲，雖是蠶的產品，但蠶的主要食物是桑葉。最近市上流行的人造絲，亦是植物纖維製成的。五穀、蔬菜等物是人類的重要食品。木材是建造房屋器具和舟車等所不可少的材料。其他如紙張、油漆、樹膠、軟木、藥材、染料等物，亦爲人生日用的要品。凡此種種，在農業、工藝、商務上的關係極深，並且占

有人類文化進步上重要的地位。此外植物對於人生間接有益的地方，也非常的多，如細菌，雖是一種小植物，或可有利於農業，或可有助於製革等工業。森林可以調節氣候，和防止水災。許多植物的花葉可供觀賞的，種植在庭園間，常常使人們賞心悅目。無意中可以陶養人們優美的性情，且多有益於衛生。

2. 學術上的意義 植物學在學術上的地位，也非常重要。我們要了解宇宙的真理，便不能不追求生物界的真理。要明瞭整個生物界的情況，動物和植物方面的知識都不可缺。生物界的許多事實和法則，在動植物兩界中雖是普遍，但各異其趣。所以在學術思想上說，吾人對於植物學亦當習知。

至於研究植物學的方法，最重要的就是觀察和實驗，觀察要詳細，實驗要周密，還要有正確的推理，才能得到正確的結論。讀者於此，當知研究植物學，貴乎自動。教師的責任在指導，書本的使命在供給參考。徒然記憶書本的記載，而不自動研究與請益於教師，則於實際上決難進步。希望讀者注意此點。

練習問題

1. 何謂植物學？研究植物學應該注重何種事項？
2. 植物確是生物，有何理由？
3. 高等植物與動物在營養上有何區別？
4. 高等植物的構造與動物比較有何異點？

5. 高等植物有無運動的必要？何故？
6. 植物何以反應遲緩？
7. 植物與動物能分離而單獨生存否？何故？
· 植物與人生有何關係？

第二章 植物體的基本構造

(一) 細胞

植物體的構造，雖有繁簡不同，但都是由一個或多數小胞所構成的，這種小胞就叫做細胞。最下等的植物，祇由一個細胞構成，叫做單細胞植物。高等植物全體細胞的數目，多至不可計算，叫做多細胞植物。試取洋蔥頭剝下一片薄皮，放在顯微鏡下觀察，即可見有許多長方形的小塊，這種小塊，就是牠的細胞。所以細胞是一切植物體構造的單位，好像磚頭是構成牆壁的單位一樣。

細胞的結構 細胞雖然是很小的，但是牠的結構卻很複雜。植物細胞的結構，可分為二部：外面圍有一層膜壁，叫做細胞壁；內面含有半流動的膠狀物質，叫做原生質。原生質



圖 1. 洋蔥皮的細胞

又分化為兩部，一部是細胞質，一部是細胞核。在細胞幼時，細胞核約居中央，細胞質圍於核的四周；在老成的細胞中，還有液胞，內含水和溶解於水中的物質，叫做細胞液。茲分別說明之如下：

細胞壁 細胞壁是由原生質分泌出來的物質，其成分大都為纖維素，並無生命。圍在原生質的四周，可以維護原生質與堅固植物體。細胞壁初生時很薄，隨後有各種改變，如成分的變化，壁厚的增加，或壁層的積添。有時壁上因各部分的增厚不均勻，常現出種種花紋。

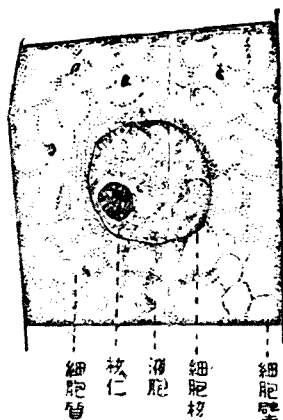


圖 2. 細胞構造

原生質 原生質為構成細胞的生命物質。植物的生活現象，都靠原生質的作用。牠是一種類似蛋白質的膠體，通常半透明，有黏性和彈性。其成分，主要的是蛋白質，其餘尚含有水分，醣類，類脂體及少量的鹽類，

而水的含量尤大，常達百分之八十至九十以上。

細胞質 細胞質就是含水較多而呈半透明的原生質，占細胞中有生命物質之主位。在

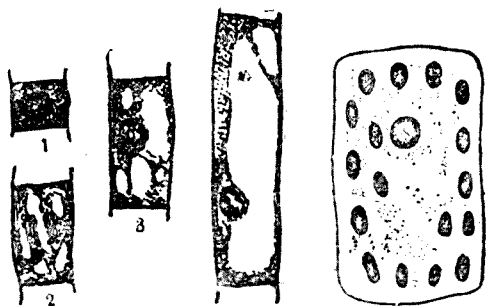


圖 3. 細胞的成長
1—4 表示成長的順序

圖 4. 葉綠體

細胞幼小時，細胞質充滿全體，到了細胞成長以後，內部生出液胞，細胞質遂成一薄層，而貼在細胞壁的內面，其外方更有一層薄膜和細胞壁相接，叫做細胞質膜。在細胞質中，常有一部分形成微小而有定形的色素體。色素體的顏色和功用，各不相同。含有葉綠素的，叫做葉綠體，能製造食物。其他色素體或呈紅、黃等顏色，或無色。無色體受日光的作用，往往能轉變為葉綠體。

細胞核 細胞核是比較細胞質濃密而不透明的原生質，通常成圓形或橢圓形，外面也有一層薄膜，叫做核膜，裏面充滿透明的液體，叫做核液，核液中有一部分特別濃厚而容易染色的物質，叫做染色質。有一個至數個小粒，稱為核仁。細胞的各種活動力，係由染色質決定之，如細胞的發育，新細胞的形成以及遺傳等等。

液胞 老的細胞在細胞質內發生若干空腔，這空腔叫做液胞。其中含有水與溶解在裏面的糖類、鹽類、酸類、和色素等物質。此種液體叫做細胞液，對於細胞的吸收和生長，能與以很大的影響。

細胞的分裂與生長 細胞用分裂方法，來增加他的數量。分裂有直接分裂和間接分裂兩種：直接分裂方法簡單，先由核的中央生緊縊，成二子核，其次核外的細胞質亦隨之分成兩部，遂造成二個子細胞。直接分裂不常見，僅在分裂能力衰敗或有病象的時候才有。間接分裂過程很複雜，當分裂開始的時候，核

中染色質互相密集，成蟠曲的紐狀體，旋切斷成有定數的小段，稱做染色體。核外細胞質中亦出現無數細絲，聯絡成紡錘形，稱做紡錘體。迨核膜破壞，染色體便集於紡錘體的赤道面，這時各個染色體都縱裂為二，因紡錘絲的牽引，這分裂後染色體，各以半數，分向兩極集中，成兩個新染色體集團。他方面細胞質中沿赤道的部分漸形成隔膜，最後染色體集團的周圍，生新核膜，回復核的原有狀態，這樣就形成二個子細胞。

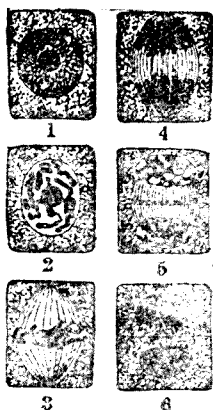


圖 5. 細胞間接分裂的順序
 1. 核在靜止狀態
 2. 出現染色體
 3. 染色體集中於紡錘體的赤道面
 4. 染色體分向兩極集中
 5. 造成兩個新染色體集團同時細胞質中赤道部分漸成隔膜的端倪
 6. 分裂成二個子細胞

細胞分裂之後，子細胞中的原生質隨即增加。此時需要適量的水與食物，使細胞體得以長大。所以在微小的單細胞植物，細胞長大就是生長。在巨大複雜的多細胞植物，細胞長大，經過分裂，增加細胞數目，乃得長大。要之，植物在生長時，需要食物與水。農人耕種要注意灌溉，講究肥料，即以此故。

細胞長大，經過分裂，增加細胞數目，乃得長大。要之，植物在生長時，需要食物與水。農人耕種要注意灌溉，講究肥料，即以此故。

細胞的分化 不論何種多細胞植物，在最初不過一個細胞；分裂之後，成爲二細胞；再分，成爲四細胞；繼續分裂，數目增加不已。在數十或數百細胞之時，各個細胞互相類似，但於形成胚體之時，細胞漸見變化。隨後形狀、大小、與細胞壁的厚薄和性

質，亦發生不同的情形。由此生長與分化，幼植物才能逐次形成。

(二) 組織

由上所述，可知各種細胞從分化而來。大概同樣的細胞，羣集而營共同的生活作用，這羣細胞叫做組織。如將高等植物的根、莖、葉之類，切成薄片，放在顯微鏡下觀察，即可發見有多種不同的組織。單細胞植物生活簡單，一個細胞能兼營各種生理作用。至於多細胞植物，生活較為複雜，須有各種組織，方可分營不同的生理作用。大凡在生活上分工愈繁的植物，體內組織的種類亦愈多。主要者有下列的數種：

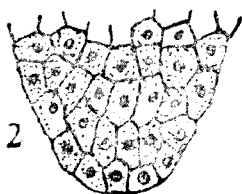
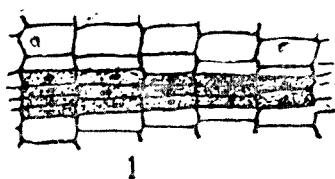


圖 5. 生長組織

1. 根與莖內的生長組織
2. 根端的生長組織

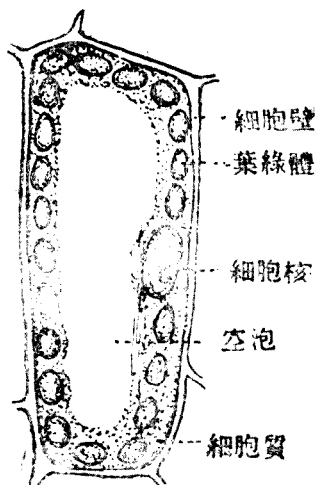


圖 7. 綠色組織中老成的細胞

生長組織 此為植物體生長的基本組織，牠的細胞能繼續分裂，分生新細胞，形成新組織。在莖頂與根端的生長組織，可使莖與根加增長度，這部分就叫做生長點。在莖或根內部的生長組織，多成環狀，叫做形成層，可使莖與根繼續增粗。

營養組織 高等植物具有專門的組織，營製造食物與儲藏養料的作用。這種組織

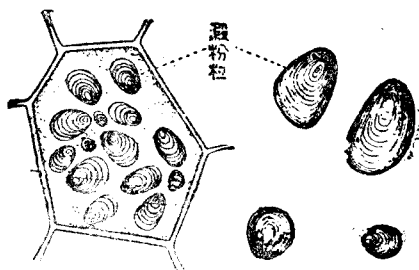


圖 8. 儲藏組織中的細胞與澱粉粒

由薄壁細胞組成，為根、莖、葉的各部的基本組織。在葉內的，含有葉綠素，叫做綠色組織，主要功用是製造食物。在莖與根部的，大都不含葉

綠素，能儲藏食物或水分，叫做儲藏組織。

輸導組織

輸導組織由管狀細胞所組成，分布於全體各部，為運

管胞 環紋導管 螺旋導管 階紋導管 孔紋導管

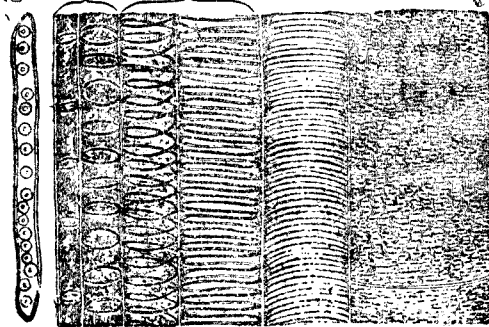


圖 9. 管胞和導管

送液體的通路，且可以扶持植物體伸展，其中因細胞的形態與功用有不同，又可分為兩種：一種是輸導水液的細胞，壁較厚而有種種花紋，其中有管胞和導管之別，能運送根部吸收的水與溶解物達到莖葉的各部。一種是輸導濃厚的養液的，細胞壁較薄而無花紋，上下兩細胞間的膜壁穿有多數篩孔，形成篩管，能運送葉中製造的食物達到全體各部。

機械組織 機械組織也分布於植物體的各部，其細胞壁厚而堅韌，可使植物體強固，而不

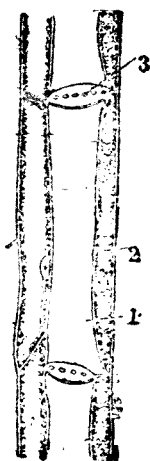


圖
1. 篩管
2. 伴胞
3. 篩板

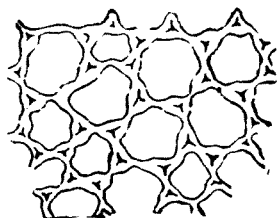
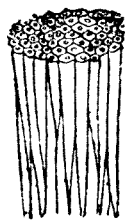


圖 11. 左. 纖維組織 右. 厚角組織

易為外力所摧折。其中又分為兩種：一種是由細長的細胞所組成，細胞壁全部增厚的，叫做纖維組織，是厚壁組織的一種；還有一種是由短小的細胞組成，細胞壁薄柔，只在角上變厚的，叫做厚角組織，也有助植物體堅實的功用。

保護組織 保護組織生在植物體的表面，能保衛內部，防

止風霜雨雪的損害，避免害蟲、病菌的侵犯，以及防止體內水分的發散和溫度的改變。此種組織又因性狀、構造、與發生的不同，分爲二種：(一)表皮組織，全體各部都有。葉的表皮有氣孔，是氣體出入和水分蒸發的要路。

(二)木栓組織，在根部與莖部表皮的下層，凡木本植物都有此種組織，常用以代替表皮的保護作用。吾人日常所用的軟木塞，就是用軟木櫟的木栓組織做成的。

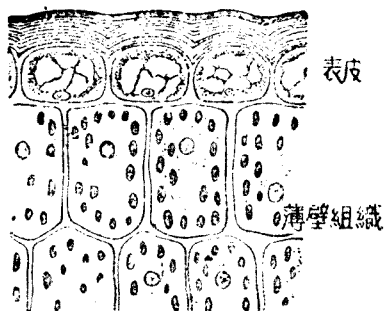


圖 12. 葉面上的表皮組織

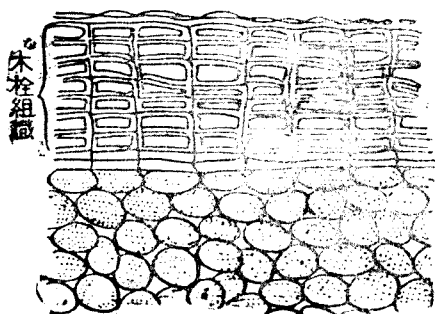


圖 13. 木質莖的木栓組織

(三) 器 官

由一種或數種組織相集合，營一定生理機能的組織羣，稱做器官。

營養器官 高等植物體可分為根、莖、葉三部，這三部就是三種器官。根能從土壤中攝取水分和養料，莖能輸導營養物質，葉能製造食物。所以根、莖、葉的共同作用是在營養。這三種器官，就總稱為營養器官。

生殖器官 高等植物體在一定時期又能開花、結實、產生種子。種子內有植物的幼體，隨後種子萌發，幼植物生長，於是種族得以綿延。所以花、果實與種子的共同作用是在生殖。這三種器官就總稱為生殖器官。

整個植物的生活作用，都是由各種器官來分別擔任。各種器官分工合作的結果，於是整個植物才能維持生活，發育繁榮，與綿延種族。以下即就根、莖、葉、花、果實和種子六種器官，依次加以討論。

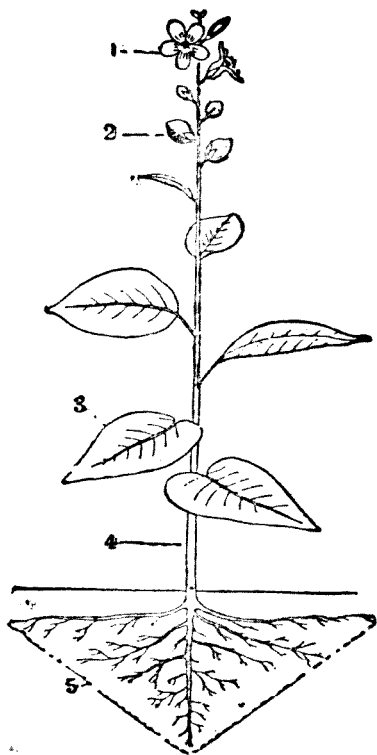


圖 14. 植物的器官

1. 花 2. 果 3. 葉 4. 莖 5. 根

練習問題

1. 細胞的構造如何?
2. 原生質含有何種重要成分? 在生活方面的主要特性為何?
3. 細胞質與細胞核有何區別?
4. 何謂液胞? 液胞中大概含有何物?
5. 細胞壁是細胞上的何物? 成分為何? 有無變化?
6. 何謂組織?
7. 高等植物體是由那幾種主要組織構成的?
8. 怎樣的組織是生長組織? 在植物體的何部?
9. 怎樣的組織是營養組織? 在植物體的何部? 營養組織有幾種? 怎樣區別?
10. 怎樣的組織是輸導組織? 在植物體的何部? 輸導組織可分幾種? 有何區別?
11. 怎樣的組織是機械組織? 在植物體的何部? 機械組織可分幾種? 有何區別?
12. 怎樣的組織是保護組織? 在植物體的何部? 保護組織可分幾種? 有何區別?
13. 器官是什麼? 可分幾種? 有何區別?
14. 試就本章所述, 作一提要。

第三章 根

根通常生在泥土中，向地心生長，其主要的功用，在固定植物體的位置，及從土壤中攝取水和養料，有時並能儲藏食物或營其他的作用。

(一) 根的發生

高等植物的根，從種子中胚體上發生。種子萌發之後，幼根生長極速，隨後在根端以上的成長部分發生出許多小根。那初生的根，叫做主根，概與莖接續，形成植物的下軸，而深入土中。後生的根，叫做支根，與主根成直角或銳角而斜向下方生長，往往蔓延很廣。

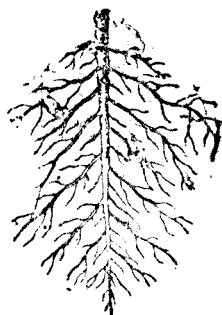


圖 15. 主根和支根

主根和支根，發生的部位，都有一定。除此以外的根，或發生於莖上，或發生於葉上，而無一定位置的，統稱為隨生根。例如玉蜀黍和高粱等，常從莖節周圍發生隨生根，而斜入於土中，可使莖幹直立。又如扦插柳枝於堤岸，

或將馬鈴薯的塊莖種在田裏，只要獲得適宜的溫溼，就能發生隨生根，成爲獨立的新植物。所以隨生根在植物的繁殖和種植上是極有用處的。

(二) 根的種類

植物的根有種種不同的形式，大別起來，可以分爲兩種：

1. 圓錐根 凡接續於莖的下端而有單一的主根，再從主根發生支根的根，都是上部大，下部小，作圓錐狀。這種形式的根就稱爲圓錐根，例如蒲公英、胡蘿蔔等的根是。

2. 鬚根 凡主根不發育，在莖的下端分生多數細長的根，

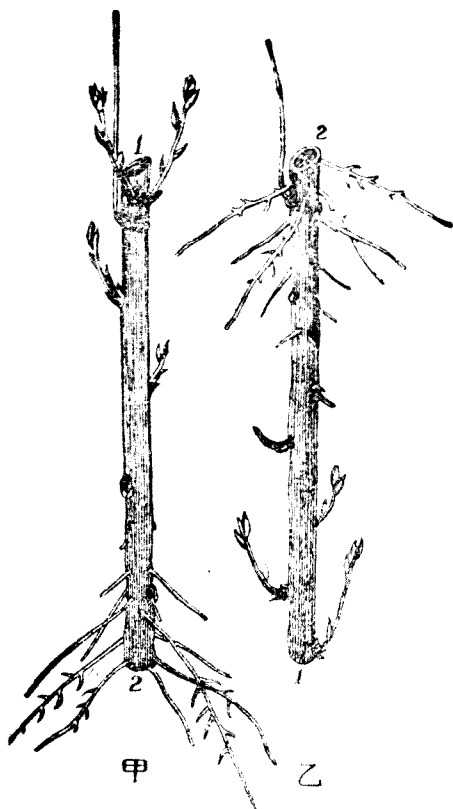


圖 16. 柳的隨生根
(甲. 枝直立. 乙. 枝倒立)
1. 莖極 2. 根極(隨生根)

叢集如鬚的，都沒有主根和支根的分別，這種形式的根，就稱為鬚根，例如稻、麥、玉蜀黍等的根是。

又植物的根因所含木質

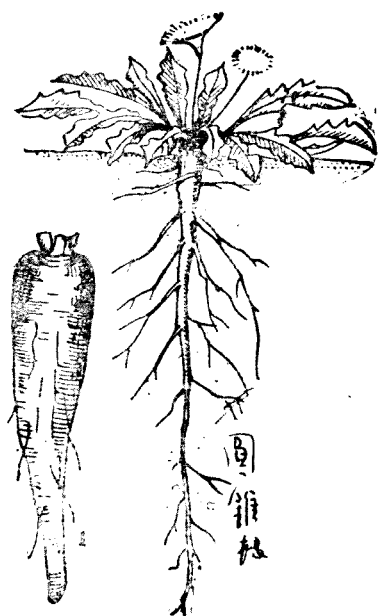


圖 17. 1. 胡蘿蔔的圓錐根
2. 蒲公英的圓錐根

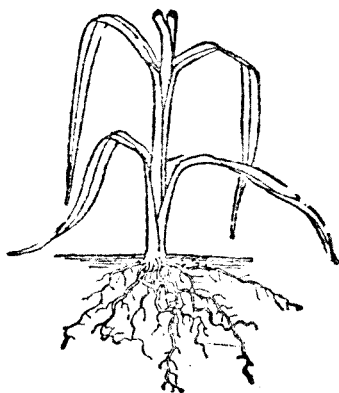


圖 18. 玉蜀黍的鬚根

的多少，也可分為木質根和草質根兩種。木質根含有多量的木質，質地堅硬，能生存多年不死，如各種木本植物的根是。草質根含木質很少，質地柔軟，生存期大都很短，如各種草本植物的根是。

草本植物如蕎麥、南瓜等，本年發生，本年即枯死的，叫做一年生植物，牠們的根就叫做一年生根。如大麥、麥蘖等先年發

生至翌年枯死的，叫做二年生植物，牠們的根就叫做二年生根。

又如鳶尾、芍藥、以及各種木本植物，生存期超過二年以上的，叫做多年生植物，這類植物的根就叫做多年生根。

(三) 根的變態

植物的根，常因適應特殊的生活，營特殊的作用，而有種種的變態：

1. 貯藏根 許多植物的

根，能逐漸肥大，貯藏多量養分，以備將來開花結實或供繁殖之

用，如菜蕪、甘藷、和大麗花等的根是，這類的根大都可供食用。

2. 支撐根

如前述玉蜀黍，常從附近地面的莖節上發生多數隨

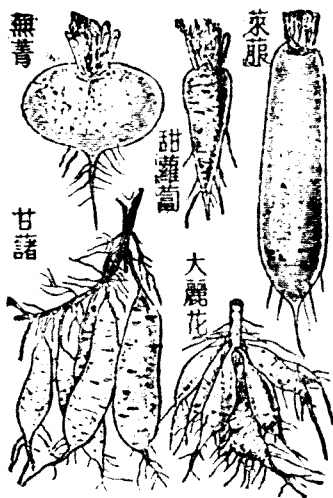


圖 19. 貯藏根

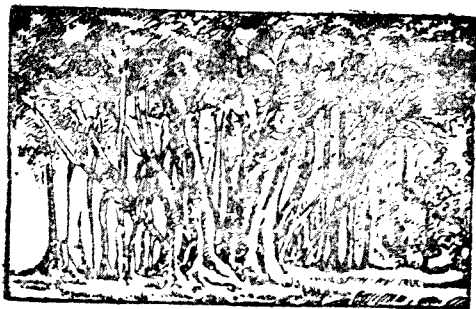


圖 20. 榕樹的支撐根

生根，插入地下。這種隨生根，便有支撐的作用，可以鞏固植物體的地上部，不易為風所吹倒。又如榕樹常從枝上生出隨生根，逐漸向地下生長，也有支撐的作用，一株大榕樹往往有此種支撐根數千之多，外面看來，好像一座森林，真是壯觀。

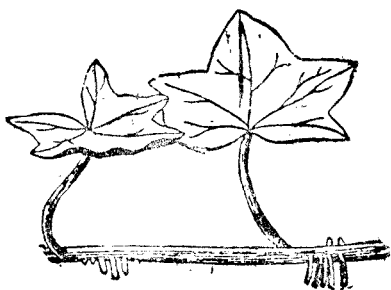


圖 21. 常春藤的附着根

3. 附着根 如常春藤等攀緣植物，從莖上發生多數隨生根，附着於其他植物的樹皮上或石壁上。此種附着根，可使植物體上升，以使獲得充分的日光。

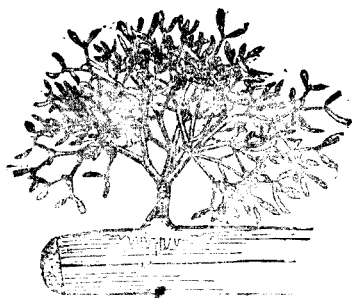


圖 22. 槲寄生的寄生根

4. 寄生根 這是寄生植物的特殊器官。例如兔絲子、槲寄生等，其根作鉤狀，深入寄生植物的體內，不但破壞組織，且繼續攝取養分。寄主受此侵犯，生活上極有障礙，甚且生長停止，以致死亡，此等植物除寄生外不能生存。如兔

絲子完全不能自製食物生活，槲寄生則製造能力薄弱，也不能

獨立營養。

5. **氣生根** 支撐根和附着根都是一部分生活在空氣中的。還有全部生活在空氣中的根，如熱帶森林中有些蘭科植物的根是。這種氣生根，能吸收空氣中的水分，並能耐乾燥，所以

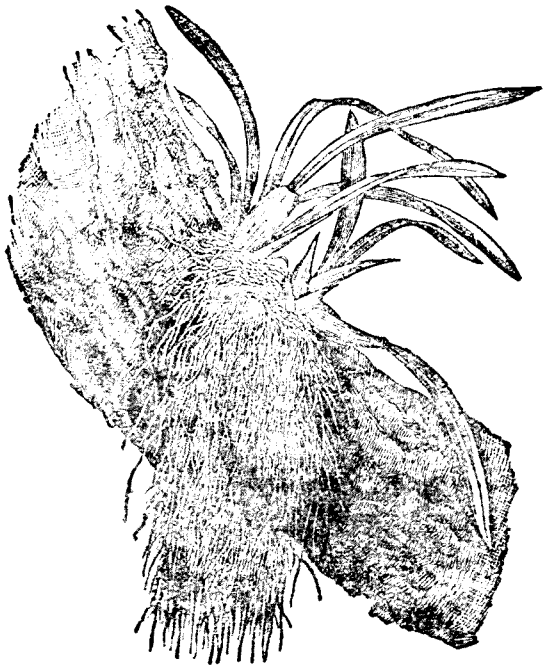


圖13. 蘭的氣生根

植物體雖着生在樹幹上,也不至於枯死。

6. 水生根 水生根生活於水中,構造簡單,沒有支根和根毛,如浮萍、滿江紅等的根是。因為這些植物浮游水中,不需用根固着水底,而且各部都能吸收養分,所以根成爲不緊要的器官,便發育不完全了。

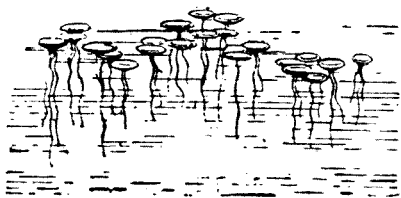


圖 21. 浮萍的水生根

(四) 根的部分

植物的根,無論是圓錐根或鬚根,都可以分做五個部分。在根的頂端有根冠,根冠以上有生長點,其次爲延長部、成熟部和永久部。茲分別說明如下:

1. 根冠 根的頂端,有許多細胞,重疊成囊狀,好像人戴着的帽子,所以叫做根冠。牠的作用是保護生長點,使根在土中生長,生長點不至爲土石所磨損。但根冠細胞是由生長點分生而來的,根冠外部的細胞雖常常剝落,仍可由內方分生新細胞來補充,所以根冠的厚度總是不變的。

2. 生長點 生長點包圍在根冠裏面,位在根的尖端。牠的細胞,大都是立方形,裏面充滿了原生質,能繼續分裂,增生新細胞,加到延長部和根冠中。

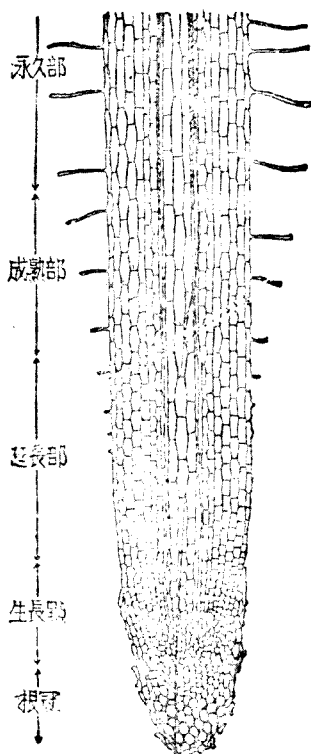


圖 25. 根的部分

經過分化，發生各種組織，其形態固定而不再改變，同時根的直徑加大，且有支根發生。這部就稱為永久部。

(五) 根的構造

由上所述，可知永久部的各種組織，都從生長部細胞的分

3. 延長部 此部由生長點細胞分生而來。細胞形長，生長極速，也有分裂可能。根的長度增加，一方因生長點細胞的分裂，增加細胞的數目，一方又因此部細胞的延長，而增加長度，因此，根才能深入土中。

4. 成熟部 此部由延長部變化而來。牠的細胞已在顯示分化，漸漸成長為各種組織，其中心的細胞，形狀狹長，細胞壁增厚，做輸導水分和養分的工作。表面的細胞，多向外突出，形成細長的管狀物，叢生如毛，稱為根毛，做吸收水液的工作，因此，成熟部又稱為根毛部。

5. 永久部 成熟部的細胞

裂與分化而來，其基本構造可分為表皮、皮層、和中柱三部分：

表皮 表皮是根最外面的一層細胞，形狀扁平，細胞壁薄而柔，能滲透液汁。細胞排列齊密，有吸收水和溶解的礦物質及

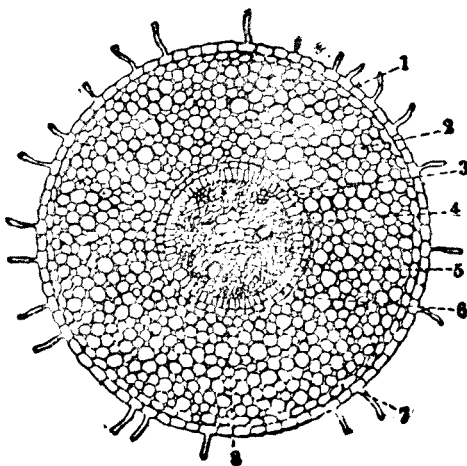


圖 23. 雙子葉植物的根(永久部)的橫切面

1. 表皮 2. 皮層 3. 內皮 4. 維管束輪
5. 木質部 6. 韌皮部 7. 根毛 8. 髓

保護內部的功用。發生根毛的表皮細胞，因為面積較大，所以吸收量亦多，是全植物獲得食物原料的重要工具。根上比較老的部分，表皮裏面發生木栓層，表皮就漸漸脫落。

皮層 皮層在表皮的內方，由許多圓形、卵形、或多角形的細胞所組成。細胞壁薄而柔，最裏面的一層細胞較小，排列亦較整齊，叫做內皮。此層細胞相連之壁，有時比較向內與向外的壁

爲厚。皮層的功用，在輸送根毛吸收來的水液入中柱，或儲藏食物。

在根老成的時候，其中柱最外層的細胞常發生變化，分生木栓層，因此皮層的細胞隨即完全脫落，更在木栓層裏面另生新皮層。但這是木質根外部構造變化的現象。至於草質根大部生存時期很短，故不發生木栓層。

中柱 中柱位在根的中心，主由維管束組成。所謂維管束，就是由纖維組織和導管、管胞、或篩管組合而成的細胞羣。其由木質纖維和導管、管胞組合而成的部分，叫做木質部，由韌皮纖維和篩管組合而成的部分，叫做韌皮部。在幼根中，這兩部常相間排列，排成輻射的狀態。在多年生的雙子葉植物，兩部的中間更有二三層細胞，能發生新組織，叫做形成層，細胞分裂極快，尤其在春夏多養料的時候，能向內面發生新的木質部，向外面發生新的韌皮部。因此，根的直徑便能漸漸增大。

又在維管束外面，就是中柱最外的一層，叫做維管束鞘。其細胞也能分生新組織。支根與木栓層

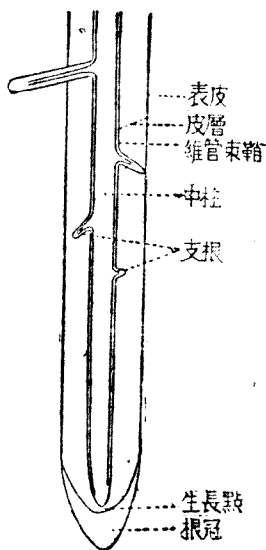


圖 27. 根的發生

就是從這層細胞的分裂與分化而成的。

(六) 根的吸收作用

從土壤中吸收水與礦物質的作用，是根的主要作用。不過根只能吸收液體，無攝取固體物質為營養的可能。所以各種礦物質須在水中溶解之後，才可由根吸收。

⊖ 吸收原理 根怎麼能從外界吸收水分和溶解的礦物質呢？根的吸收水液大概有兩種物理的現象：一是擴散，二是滲透。試取玻璃杯，盛清水，加入洋紅一小塊，於是紅色的分子漸漸在清水中分



圖 28. 擴散作用
杯內塊狀物表示洋紅塊

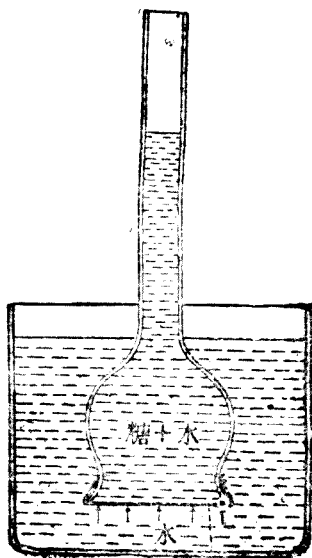


圖 29. 滲透作用

布。終於使全杯的水帶有紅色，這種紅色分子的散開現象，就叫做擴散。

如果把糖膠輕輕的注入一杯清水裏，這兩種液體起初分為兩層，不久糖的分子就擴散到水裏，水的分子就擴散到糖裏，終於成為均勻的溶液。假如把玻璃漏斗的口，用只准水自由通過，而糖不能通過的半透性膜固封，漏斗裏注入糖膠或糖液，把漏斗浸沒在盛有清水的玻杯裏。根據擴散原理，漏斗管裏的糖要擴散到清水裏，但是中間有半透性膜相隔，糖的分子不能通過。同時，玻杯裏的水，不受半透性膜的限制，能穿過薄膜擴散到漏斗裏的糖液裏。因為水既不斷用擴散方法進入漏斗，所以漏斗裏的水就不斷增高，像這樣水和糖液或兩種稀濃不同的溶液，隔了一重半透性膜而起的現象，就叫做滲透。

吸收工具 表皮有吸收功用，前已提及。此種組織的細胞壁為全透性，其內面極薄的細胞質膜為具選擇性的薄膜，有控制液質於細胞內出入的機能，常向外突出，成為管狀的根

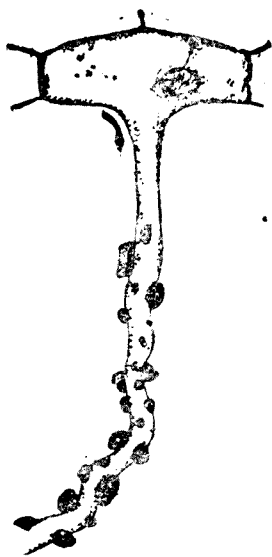


圖 9. 根毛與土粒

毛，伸於土粒間的水與礦物質溶液中。又根毛細胞原生質中含有糖及其他化合物的溶液，比土粒間的溶液濃密。換言之，水的分子較少。經過土粒間水分子的擴散和滲透，就發生根毛吸收水液的現象了。

表皮以內的皮層組織與維管束，其細胞含有物的濃密，愈內愈甚，因此根毛吸收的食物原料，可以照樣的傳送內部，而達於木質部，以輸送到莖、葉裏去。

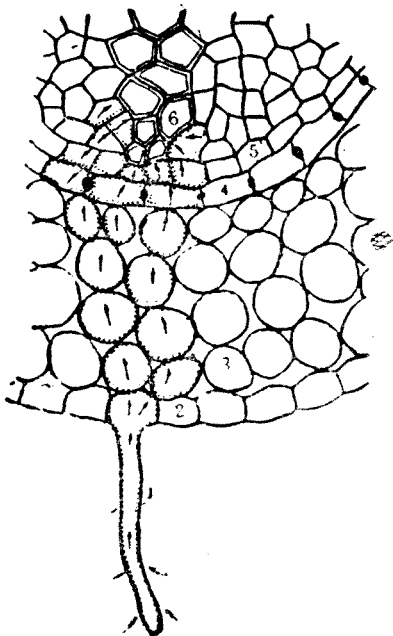


圖 31. 水的吸收與傳送

1. 根毛 2. 表皮 3. 皮層
4. 內皮 5. 維管束 6. 木質部

(七) 根與土壤的關係

普通植物的根，不能離

開土壤。土壤不但使植物生活得有場所，並能供給水與礦物質於植物，已略如上述。今就土壤的種類、水和礦物質的供給，以及肥料的需要，分別言之。

1. 土壤的種類 土壤由巖石碎分解而成，含有各種礦物

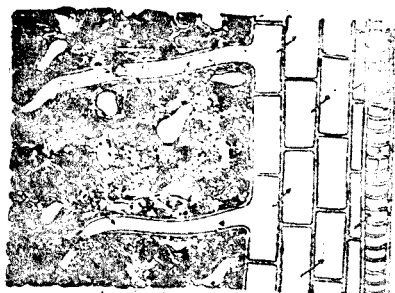
質。碎粒有大小，成分和性質也有不同。大概分為砂土與黏土兩種。砂土多含砂粒，粒間空隙很大，空氣容易流通，但水不易含蓄，且溶解的礦物質極少。黏土多含黏土粒，粒小富有黏性，含水不易蒸散流失，但空氣不易流通，有礙根中細胞的呼吸。此外，還有一種土壤是由植物體腐敗而成的，叫做腐植土。色暗黑，農田上層的肥土大概多屬此土；森林中存積尤多。這種土壤雖富含養料，但也不利於根的呼吸。以上三種土壤都有缺點，混合之後，成為壤土，是最適合於植物生活的土壤。茲將普通農田中各種土壤的砂含量與黏土含量的百分率，列為下表。

種 類	砂 含 量	黏 土 含 量
砂 土	80%	10%
砂 壤	60-70%	10-25%
壤 土	40-60%	15-30%
黏 壤	10-35%	30-35%
黏 土	10%	60-90%

2. 土壤與水和養料的供給 土壤得到雨水後，土粒間隙為水充填。一部分礦物質溶解而成稀溶液，這種稀溶液就可供植物根的吸收。植物根毛在土粒間吸收水的多少，與地上部葉體中因蒸發而散失的水量，極有關係，如需要的水量過於供給，則植物必致枯萎。但是水在土壤中流動的快慢，和含量的多少，

隨土壤的種類而定，故植物枯萎的遲早與土壤種類亦有密切關係。要之，植物的生活，依賴土壤中水的繼續供給，是極為必要的。

土壤中水的多少，不但有關植物的枯萎，且影響養料的供給。植物製造



根毛 水 土 空氣
圖 32. 根毛在泥土中的狀況

食物與發生新組織，都需要從土壤中攝取各種養料，來做原料。試分析植物體的成分，即知其百分中有六十至九十五分是水，其餘大都是有機物質。再把這些物質仔細分析起來，則不外是碳、氧、氫、氮、硫、磷、鉀、鈣、鎂、鐵等十餘種元素而已。這十餘種元素，除了碳多從空氣內的二氧化碳攝取外，其餘多是從土壤中溶解於水的礦物質攝取而來的。無水則礦物質不溶解，縱然土中養料很多，植物也不能利用，而且植物的根只能吸收稀薄的溶液，若土壤中水分太少，溶液過濃，反有害於植物的吸收。

土壤雖能供給植物的食物原料；但是各種土壤所含礦物質的種類與多少，各不相同；而植物需要較多的養料，亦因種類而異。且在農田中所含的養料，常隨作物的收穫而逐漸減少，所以

在種植事業上更有施肥的必要。施肥的意義：(一)增加需要的礦物質；(二)改良土壤構造與水的供給；(三)使不易溶解的物質解體，而成有用的原料；(四)消除對植物有害的物質。

3. 土壤與根的呼吸 根中的生活細胞都有呼吸作用，故需要空氣以供給氧氣，支根愈多，吸取氧氣的面積愈大。如土壤中充塞太多的水，空氣不能流通，就不利於根的呼吸。根在此種環境之下，體中二氧化碳無從排除，勢必產生各種有害的物質。反之，如得呼吸充暢，則能發生活動力，以進行各種生活工作，是以土粒間空氣的流通極為重要。大凡一種適合於植物生長的土壤如壤土，不但含有適量的水，以供需要，且於呼吸方面亦無妨礙。生長於此種土壤中的根，大概支根發達，分布範圍較廣。

(八) 根的生長和運動

根的生長 前面已經說過，根可分為五部：即根冠、生長點、延長部、成熟部、和永久部。生長點的細胞不斷的分裂，增加細胞的數目，隨後新細胞又增大體積，根就漸漸伸長，等到體積的增大停止，細胞即起分化，而形成各種永久的組織。所以根的延伸生長，只限於生長點和延長部；到了成熟部，已入分化時期；至永久部，便完全停止生長了。

這種生長情形，可用初發芽的蠶豆根來證實。試從根的尖端起，每隔一毫米畫一墨線，大約畫上十線為止，這樣分畫出來

的十段，長度都是相等的。但若把根保持相當的溼度和溫度，經過二十四小時，各段的長度便不同了。最長的是第三段，其次是第二和第四段，以後即漸次遞減，而終於不伸長。即此亦可知根的生長僅限於先端的部分了。

又多年生雙子葉植物的根，在木質部和韌皮部之間有形成層，除了根尖逐漸伸長以外，還能由形成層逐年增生新木質部和韌皮部，使根逐年增粗。

根的屈向運動 根的生長和外圍也很有關係，常因外圍的影響而各部生長速度不同，因此根常起種種屈向運動。最明顯的是向地性、向水性、和背光性三種。

(甲) **向地性** 根向地心生長，是極普通的事實。試將正在萌芽的種子，放在含適量水的砂土中，種子的位置各不相同，數日之後幼根萌發，無不向地心而生，這是因為根受了地心引力的影響，皆向地心的緣故。這種向地性，與植物生活場所的固定，食物原料的獲得等都有深切的關係。

(乙) **向水性** 試取浸透水的棉花一塊，將正在萌芽的種子放在棉花中，用鐵絲將棉花掛在大口瓶內，使棉花不至於乾

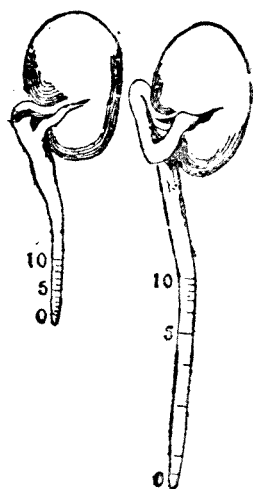


圖 33 根尖生長的測定 (蠶豆)

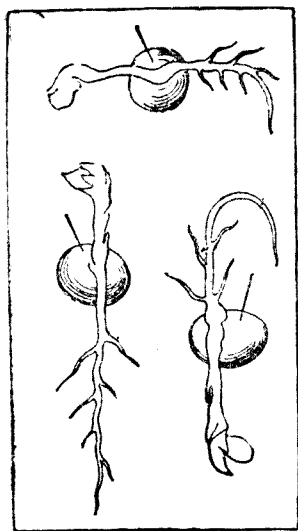


圖 根的向地性



圖 35. 根的向水性

燥。數日之間，根即先向地心而生。但根端離棉花之後，又回向棉花屈曲，生長方向改變，這顯然是爲水的刺激而起的適應運動。因爲植物需要多量的水，根有向水性，對於植物的生活，自然是很有重大關係的。

(丙) 背光性 又試取幼植物一枝，插入有水的玻璃瓶中。數日之後，發見根的生長方向，背光屈曲。這種特性就叫做背光性。根有了背光性和前述的向地性，自然根不至露出地面，而可以深入地中，以達到固定生活場所和獲得養料的目的了。

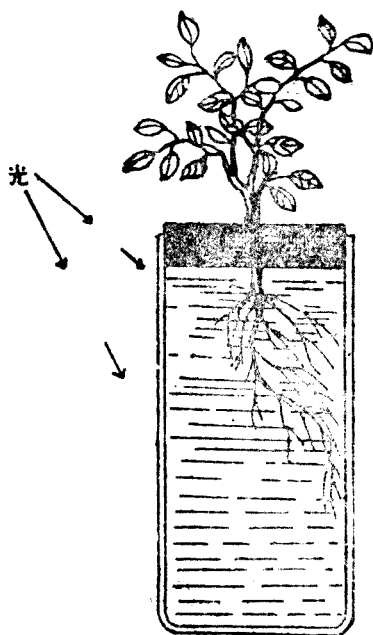


圖 35. 根的背光性

此外如蘆葦等有鬚根的植物，栽培於堤岸上，可以阻止土沙崩潰，使堤岸鞏固。

(九) 根的用處

植物的根，可供人利用的很多。各種貯藏根部含有多量的養分，如蛋白質、澱粉、和糖等，可供食用，或為釀酒、製糖的原料。

又如白及、人參等的根，可供藥用，紫草、茜草等的根含有紅色素，可做染料。

許多植物如柳、菊等的莖，插在土中，能發生隨生根，長成一株新植物。所以在園藝上和農業上，常利用隨生根的發生，以謀作物的繁殖。

練習問題

1. 根從何處發生的？
2. 怎樣是主根，支根？

3. 怎樣是隨生根? 此種根於栽培植物上有何利用?
4. 圓錐根與鬚根有何區別?
5. 貯藏根有何用途?
6. 水生根與普通根比較起來有何特異之處?
7. 怎樣是氣生根? 氣生根有何作用?
8. 怎樣是寄生根? 試舉例說明。
9. 根可分幾部? 何部生長最速? 有何簡單方法證明?
10. 生長點的細胞在泥土中何以不致受傷?
11. 木栓層從何種組織發生的?
12. 中柱怎樣構造成的? 試說明其中各種組織的位置。
13. 根的直徑能增大否? 何故?
14. 根怎樣吸收水與礦物質?
15. 土壤約有幾種? 何種最合植物的生活。何故?
16. 水與礦物質於植物的生活上有何關係?
17. 根毛吸收的物質如何能傳入木質部?
18. 農人施用肥料有何意義?
19. 根要呼吸否? 何故?
20. 各種植物的根生存時間是否相同? 試舉例說明。
21. 何以根的生長向着地心的?
22. 地心引力與水的刺激影響。何者較大? 有何證明?
23. 根的向地性與向水性於植物的生活上有何關係?
24. 怎樣是背光性? 於植物的生活上有何關係?
25. 試就本章所述, 作一提要。

第四章 莖

莖是植物體向上生長的一部，牠的位置和根正相反。其作用是(1)着生葉和花，使牠們各獲得相當的位置，舒展於空氣中，因此可以完成各自的工作。(2)莖介在根與葉之間，能將根吸收的水與礦物質傳流到葉片；葉內製成的食物，分送到全體各部。(3)食物的儲藏亦每在莖中，所以莖的作用也非常重要。

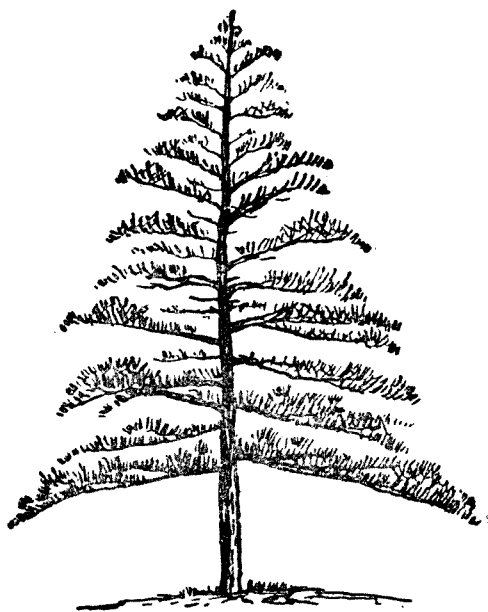
(一) 莖的種類

莖因所含木質的多少，分爲草質莖和木質莖兩種，草質莖質地柔軟，如稻、麥、向日葵等的莖是。這類具有草質莖的植物，就叫做草本植物。木質莖質地堅硬，如松、柏、桃、柳等的莖是。這種具有木質莖的植物，就叫做木本植物，木本植物中如薔薇、石榴等地面上並無主幹，而枝莖叢生，身材矮小的，



圖 37. 柱式的莖(棕櫚)

叫做灌木；如桃、梅、榆、柳等有高大的主幹，從主幹發生枝莖的，稱為喬木。



圖·8. 塔式的莖(松)

喬木有三種形式：一為柱式，莖幹直上，無側枝（或在近頂處有少許側枝），葉叢生於莖頂；二為塔式，有主幹和側枝的區別，主幹直達樹頂，不分歧，其側枝上短下長，大概和主幹成直角相交，所以全樹呈寶塔的形式；三為繖式，主幹不高，分歧

而上，愈分愈細，所以全樹呈繖式。

(二) 莖的變態

普通的莖，都直立於地上，可使葉片舒展於空中，獲得充分的日光，而利於食物的製造。但有許多植物的莖，或不能直立，或變為其他的狀態，以營特殊的作用。這類的莖，稱為變態莖。茲分述如下：

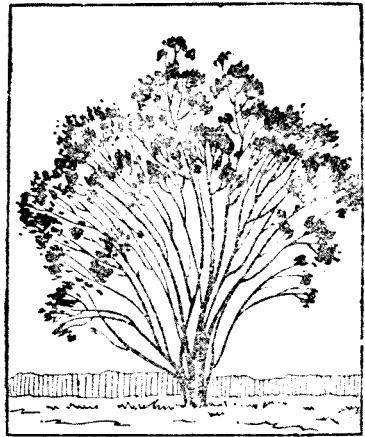


圖 39. 繖式的莖(榆)

1. 攀援莖 攀援莖本身不能直立，常攀援於他物而上升，也可使葉片獲得充分的日光。攀援的方法隨植物而異。如葡萄、



圖 40. 地錦的攀援莖與卷鬚

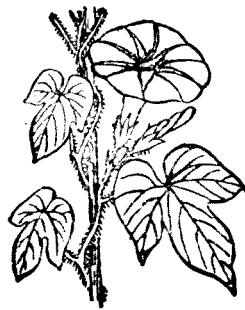


圖 41. 牽牛的纏繞莖

南瓜、和豌豆等，係用莖或葉變成的卷鬚，盤旋於他物上。如地錦，卷鬚較短，其端有吸盤，能分泌黏質，膠固於樹木或牆壁上。又如常春藤，則由莖上發生氣生根，以攀援於牆壁或石壁上。還有用葉柄代卷鬚而攀援的，如鐵線蓮是。

2. 纏繞莖 纏繞莖也不直立，常以莖的本身卷絡他物而



圖 42. 葡萄的莖卷鬚



圖 43. 草莓的匍匐莖

上升，如牽牛、菜豆、律草等的莖是。

3. 匍匐莖 匍匐莖橫臥於地面或泥土浮面之下，多生於山野空曠場地，否則葉片必為他物掩蔽。此種莖因匍匐生長，易於蔓延，與泥土接觸，隨處節上可以生根，例如草莓、苜蓿等，能從莖節上發生根和葉，以營繁殖。

4. 莖針 莖還有變成針狀的，叫做莖針。這種針狀的莖，有保護的作用，可



圖 44 山楂的莖針

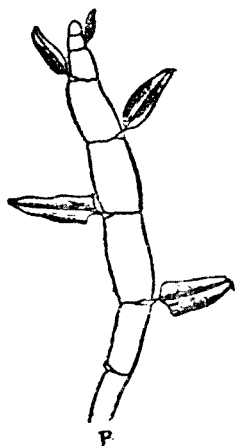
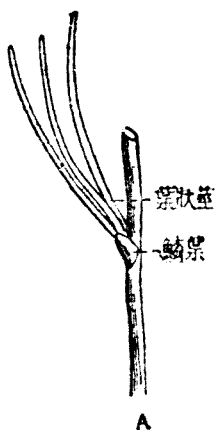


圖 45. 葉狀莖 A. 假葉樹 B. 扁莖蓼

以防禦動物的侵害，如皂莢、山楸、石榴的莖針是。

5. 葉狀莖 莖又有因代替葉的作用而變成扁平狀的，叫做葉狀莖，如扁莖蓼、假葉樹等的莖是。這類的莖，都含有葉綠素，所以呈綠色，能代替葉的作用。

6. 扁平莖 又如仙人掌，生在氣候乾燥的地方，葉退化成針狀，以減少水分的蒸發，同時莖變扁平，肥厚多肉，不但能代替葉的作用，還能貯藏多量的水分。這種莖特稱為扁平莖。



圖 46. 仙人掌的扁平莖

7. 地下莖 以上各種變態的莖，都屬於



圖 47. 各種地下莖

1. 馬鈴薯的塊莖 2. 洋葱的球莖 3. 百合的鱗莖 4. 蓮的根狀莖 5. 麗尼的根狀莖

地上莖，還有許多植物的莖，埋在地下的，叫做地下莖。地下莖的形態和根相似，但是莖上有節，並生葉和芽，這是根所沒有的，所以也很容易區別

地下莖因其形狀的不同分為根狀莖、塊莖、球莖、鱗莖四種。

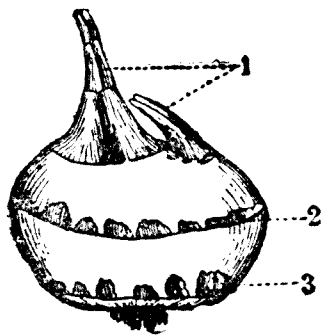


圖 48. 洋葱的球莖

1. 芽 2. 節 3. 鱗葉

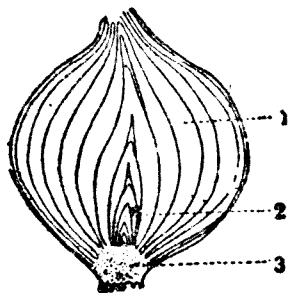


圖 49. 洋蔥的鱗莖

1. 鱗葉 2. 頂芽 3. 莖

根狀莖爲細長的地下莖，外表和根最相似，如鳶尾、竹、蓮、蘆葦等的地下莖是。塊莖短而肥，概成塊狀，如馬鈴薯等的地下莖是。球莖亦短而肥，概成球形，如荸薺、慈姑、和芋等的地下莖是。鱗莖，莖甚短，周圍有數層肥大的鱗葉，內儲食物。如百合、洋蔥等的地下莖是。這四種地下莖都能生芽，長成枝葉，故可供繁殖之用。而塊莖、球莖、和鱗莖等含有多量的養料，更可供人食用。

(三) 莖的外形

莖，普通成圓柱形，另有少數是四角形或三角形的。莖上有略較膨大的部分，稱爲節。節和節中間的部分，稱爲節間。節上生一葉或數葉。在多年生的木本植物，大多數到了冬季多落葉，葉脫落後，莖上便留着葉柄的痕跡；叫做葉痕。葉痕的上面有芽，到來春芽又長發成枝葉。

又木本植物的莖，也和木質莖一樣，外面的表皮常爲木栓層所代替，這種木栓層普通稱爲樹皮。樹皮的外形也有種種不同，有許多樹木，在樹皮上常有褐色疣狀的小點，形式或長或圓，稱爲皮孔。皮孔中的細胞極多間隙，互相連通，所以體內與外界的氣體得以流通交換。如櫻、桃、赤楊、檉柳（俗

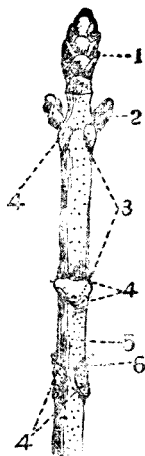


圖 50. 七葉樹的冬枝，示莖的外形
1. 頂芽 2. 側芽
3. 節間 4. 葉痕
5. 皮孔 6. 節

名元寶楓)等的莖,都有顯明的皮孔。

(四) 芽

芽爲枝葉的幼體,依其發生的部位,可分爲頂芽和側芽兩種:生在主莖或分枝頂端的,稱爲頂芽;生

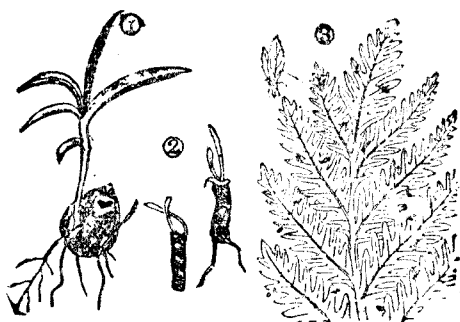


圖 1. 1. 卷丹鱗片的隨生芽 2. 蒲公英根的隨生芽 3. 鱗狗脊葉的隨生芽

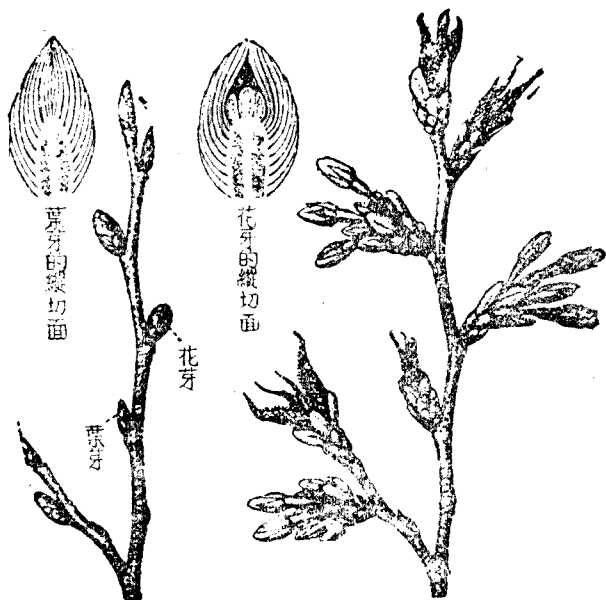


圖 5. 櫻的葉芽和花芽

在側面節上的，稱爲側芽。側芽大都生於葉腋，又稱腋芽，還有在莖節以外的部分以及根和葉上，有時亦能生芽，這種芽稱爲隨生芽，如蒲公英的根，秋海棠的葉，以及桑、柳等的節間部分，都能發生隨生芽。

溫帶多年生植物的芽，大都在冬天發現，稱爲冬芽。芽的外部有鱗片保護，鱗片的外表面往往有毛茸或蠟質，因此又稱爲被芽。如木蘭的芽和竹筍(竹芽)等是。植物的芽，多發生於夏季的大都沒有鱗片保護，所以稱爲夏芽，又稱裸芽。如南瓜、牽牛的芽是。

芽又因其構造的不同，分爲葉芽、花芽、和混合芽三種。長發後成爲枝葉的，稱爲葉芽；長發後成爲花的，稱爲花芽；如長發爲葉與花的，稱爲混合芽。

芽的長發，與莖的狀態極有關係，頂芽生長力大，莖必高而直，例如向日葵、松、柏等是。側芽生長力大，而頂芽不發達的，莖必矮而多枝，例如薔薇、丁香、棠棣等灌木是。

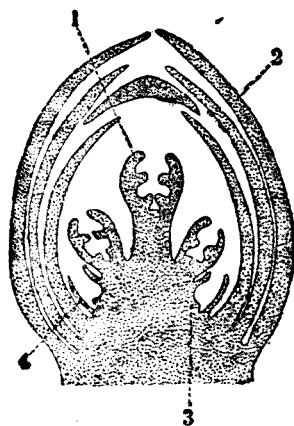


圖 53. 蘋果的混合芽

- | | |
|-------|-------|
| 1. 花胚 | 2. 鱗葉 |
| 3. 枝胚 | 4. 葉胚 |

松、柏等喬木因主幹上的頂芽繼續發生，故高直而成塔形。榆、柳等雖

亦為喬木，但因側芽盛生，分枝繁多，故主幹分歧，上部成為繖形。

(五) 莖的構造

莖的構造，隨植物的種類而不同。單子葉植物如稻、麥、甘蔗等，和雙子葉植物如桃、梅、大豆等的莖，固各有不同，即同為雙子葉植物，木質莖和草質莖也不同，今分別略述如下：

雙子葉植物莖的構造 取一幼莖的橫切面，放在顯微鏡下觀察，可見其構造大略和根相似，也可分為表皮、皮層，和中柱三部。

1. 表皮 表皮在莖的最外面，由一層薄壁細胞組成。細胞

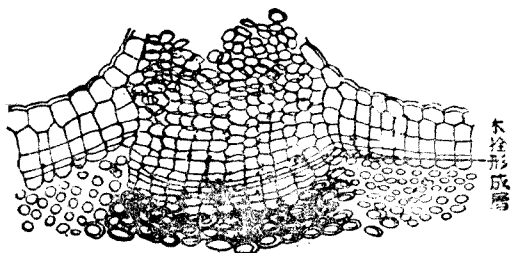


圖 54. 皮孔的橫切面

排列齊密，外面或有蠟質、細毛、與氣孔（詳見下章葉的氣孔），可以保護莖內部的組織，不易受外界機械力的傷害，並可使莖內的水不易散失。多年生木質莖的表皮，常為木栓層所代替，在

此木栓層上常生皮孔，以便莖內外氣體的交換。

2. 皮層 在表皮以內和中柱以外的部分，叫做皮層。普通

由薄壁細胞組成，在一年生植物與多年生植物的幼莖中，外部細胞都含有葉綠素，特稱為綠皮層。其最內方更有一層細胞，常含有澱粉，特稱為澱粉鞘，亦稱內皮。

3. 中柱 在皮層

以內的部分，總稱為中

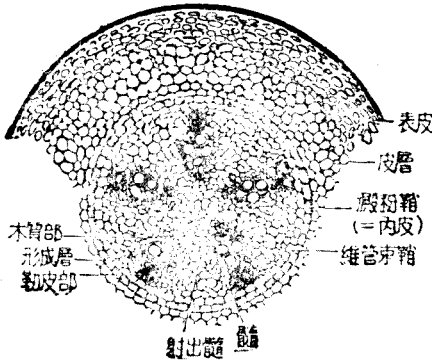


圖 54. 幼莖的橫切面

柱，其構造很複雜，從外至內，又可分為維管束鞘、維管束、和髓三部分。

維管束鞘，位於中柱之外部，由薄壁細胞及韌皮纖維組成，將維管束整個的包圍着。

維管束，在維管束鞘的內面，通常排列成環狀。每一維管束，外方為韌皮部，主成自篩管，伴細胞和韌皮纖維為運

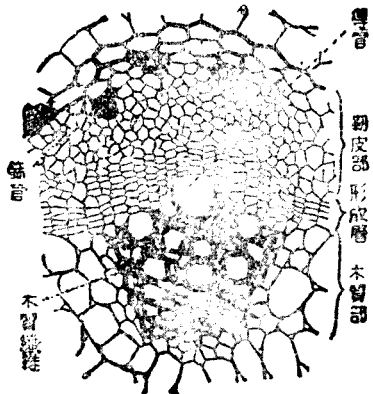


圖 55. 維管束

輸食物的機關；內方爲木質部，主成自導管、管胞和木質纖維，爲運輸水液的機關。在韌皮部和木質部的中間，更有形成層，其細胞能繼續分裂，增生新木質部和新韌皮部，因此莖能逐漸增粗。

髓位在莖的中心，由薄壁細胞組成。細胞間隙很大，能貯藏養分和水分。在維管束間又有許多薄壁細胞，接連髓與皮層，稱爲射髓。射髓能運送食物，由外入內，儲於髓內，或由內至外，分給於皮層及其他組織。

單子葉植物莖的構造 單子葉植物莖的最外一層爲表皮。表皮內的基本組織是薄壁的柔細胞，普通稱髓，內儲食物，例如甘蔗、蘆粟等，莖中富有糖質。

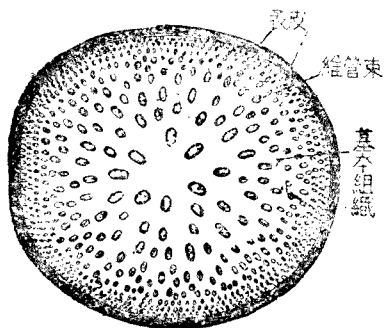


圖 7. 單子葉植物莖的橫切面(玉蜀黍)

在單子葉植物莖中的維管束並不排列成環形，無規則地散佈在基本組織間。如取玉蜀黍莖的橫切面觀察，可見無數小點，每一小點即爲一維管束。在顯微鏡下觀察，維管束中向內的一面，爲木質部，向表皮的一面，爲韌皮部。韌皮部和木質部之間沒有形成層，故維管束的組織不能加多，因此莖不能增大。

(六) 莖的生長

莖的生長期限，以各種植物壽命的長短而異，有一年生、二年生、與多年生的區別。至於生長情形，則有長度生長與直徑生長二種。因二種生長的快慢不同，故莖常有高而細者、矮而粗者等狀態。

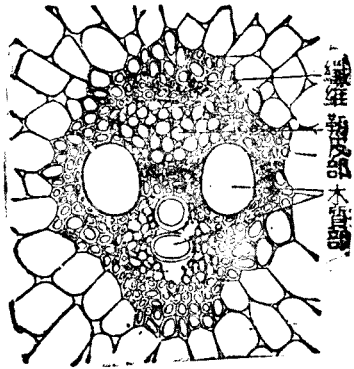


圖 58 單子葉植物莖的維管束(玉蜀黍)

長度生長 莖長度的增加，普通由於莖頂生長點分生新細胞，再由新細胞的體積增大與延長，於是莖的長度便逐漸加增。

生長點以下的細胞延長能力較弱。在莖的成長部分，細胞老成，不能延長，故無長度生長的現象。但在單子葉植物的莖中，除頂端生長點以外，還有節間生長點，亦能分生新細胞，而使節間逐漸延長。

直徑生長 莖直徑的加大，一因各細胞體積增大，一因形成層分生新細胞。單子葉植物如玉蜀黍、蘆粟、高粱等，莖的加粗，完全因細胞體積增大的關係。至於雙子葉植物如草蓆，向日葵等的草質莖中，不但細胞增大，且有形成層，繼續發生新的韌皮部和木質部，因此莖部直徑的增加更為明顯。

多年生植物，在每年生長時期，莖的直徑增加一次，莖中有

兩種生長組織：其一就是形成層，發生新細胞，在形成層內面加添的為木質部，在外面加添的為韌皮部。其二，皮層外部的細胞

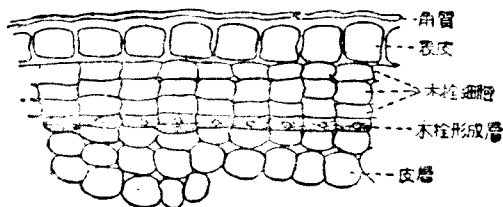


圖 59. 木質部的發生

能變化為形成層，分生新細胞，在內面的為新皮層細胞，在外面的能成木栓細胞。

所以此種形成層稱為木栓形成層，因此不但樹皮加厚，莖的直徑更易增大。

年輪 木質莖的橫切面，在木質部有顯明的輪紋，表示在春夏二季生長情形有所不同。形成層在春季分裂極速，分生的新細胞生長亦速，此

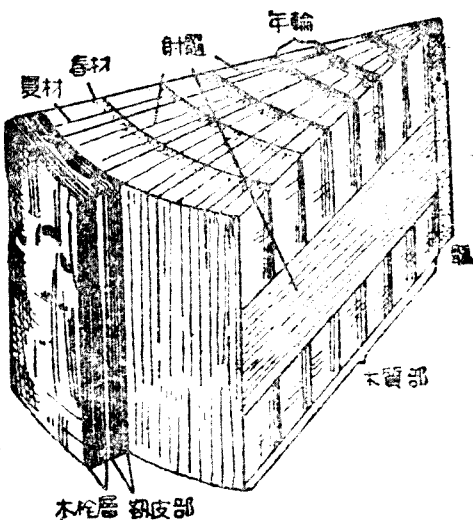


圖 60. 木質莖的切面

時所成的木質細胞大而壁薄。在夏季分生力較弱，且細胞生長亦慢，故此時所成的細胞亦較小而壁厚，顏色亦較深黯。因此有輪紋顯現。輪紋間的部分，稱為年輪。普通的樹木，大都每年生一年輪，所以計算年輪的多少，可以推知樹木的年齡。但在氣候有特別變幻的時候，一年或有二次生長時間，則發生二個年輪。

又木質莖的木質部既逐年向外增加，所以越在中心的越老，越在外邊的越新。新生的部分，有導水的功用，稱為邊材；中心的部分，沒有導水作用，稱為心材。心材顏色深，質地堅，經久耐用；邊材常含水和其他物質，不如心材結實，容易損壞。

枝的起源與生長 根的支根從維管束鞘發生，莖的枝則起源於生長點。初時為莖端的小突起，即為芽胚，大都在幼葉的葉腋中生出。在一年生的植物莖上，芽胚發生後，遂即生長成枝。若在多年生的植物莖上，則當年並不發育成枝，因生長極慢，或入於休眠狀態，其時期一年或數年不定，以物而異。枝的生長與主莖的生長情形相同。

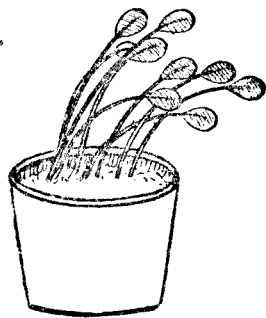


圖 1. 豌豆幼植物莖端的向光性

(七) 莖的感應性

莖對於外界的刺激，亦能發生感應的動作。其最顯著的，有向光性、背地性、和向觸性三種。

1. 向光性 試取豌豆的幼植物一鉢，放在窗前，使一面受光，一二日後，其莖端即屈向窗外光線射來的方向而生長。這種性質和根的背光性正相反，叫做向光性。我們常見的向日葵，莖的上端常隨太陽的升落而轉動，便是向光性有名的例子。莖有此向光性，莖上的葉便能獲得充分的日光，以顯示其作用。所以向光性對於植物的生活是很重要的。

2. 背地性 莖對於地心重力的反應，和根也不同。根常屈向地心，莖則背地生長。如將玉蜀黍的幼苗橫臥或倒置，一二日後，即可見根向下彎，莖向上彎。這種莖的背地性，也有使葉片爭取日光的功用。

3. 向觸性 許多有纏繞性的植物，牠的莖一與他物相接，就向接觸的一面彎曲，因此莖能纏繞他物而上升。這種感應性就叫做向觸

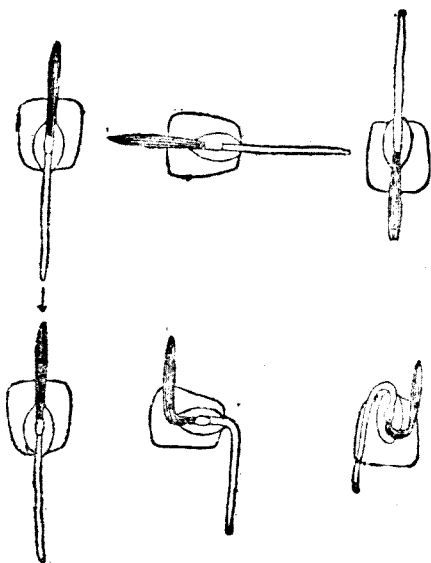


圖 51. 玉蜀黍幼苗的背地性
上 考驗開始時位置
下 一日後位置改變的情形

性。

(八) 莖的輸導作用

水為根吸收以後，可從莖部的導管或管胞中上升，而達於葉片；葉中製造的食物，又能從莖部的篩管，而輸送到根部。此種作用前已略為提及，茲更說明其原理如下：

水液的上升 水在植物體內，從根部上升，流入莖中，竟能達到一二百尺高的樹頂，究竟有什麼力量能使牠上升呢？這大概有下面三種原動力。

1. 毛細管引力 試取直徑不同的玻璃管三、五枝，插入水中，即見水從管中上升，管徑越小，水

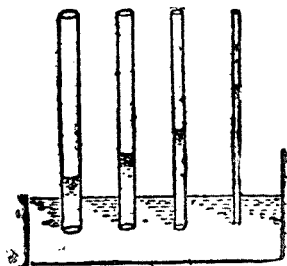


圖 6. 毛細管作用的試驗

上升越高。導管和管胞要用顯微鏡才能看出，自然直徑是很小的，所以水在這種管中可以上升得很高。不過導管或管胞都是包圍在莖的內部，這種現象事實上是不會發生的。或許有此種作用，亦僅有短程的上升。

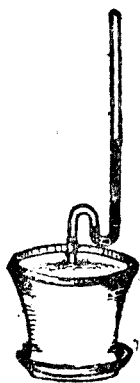


圖 6. 根壓的試驗

2. 根壓力 水由根毛吸入，經過皮層，流入木質部，如是繼續不止，就能發生一種壓力，

叫做根壓力。水受了這種壓力，就從導管或管胞中上升到高處。試在春季把一木本植物的莖，從靠近地面的地方切斷，接一S形玻璃管，管中貯水銀，不久就可見水從玻璃管中上升，將水銀壓到一方了。但是這種根壓力，祇在春季最高，到了夏季，枝葉茂盛了，正是需水最多的時候，而根壓力反等於零。所以根壓力也不是水液上升的全部原因。

3. 葉裏的吸水力 葉面常蒸發多量的水分，葉裏的細胞便發生水的需要，因此向上方引起一種吸水的力量。這種吸水力，據測驗的結果，可達到20大氣壓以上，這決非根壓力所可及的，所以葉裏的吸水力是水液上升的主要原動力。

食物的運輸 篩管為運送食物的主要器官，自葉至根，上下相連，故食物得由葉傳送莖中，再由莖轉運至根。這種輸導作用是自上而下的，其勢極順，所以食物的輸送，是很自然的。

一二年生草本植物，在營養時間，葉製成食物後運送入莖與根。至開花結實之時，根或莖中儲存的食物，又從莖中傳送給花及果實。

在多年生植物體中，食物流入分枝與主幹之後，一部分就在韌皮部、射髓及幼枝的髓中儲存。一部分則傳送於莖與根的各處。這種現象在夏秋二季為多，春季中發生枝葉、新根、或花芽等，需用食物極廣，儲存的食物就從主幹輸送至各分枝或支根中。當新葉茂盛，食物製造後，又流入分枝而達主幹。

(九) 莖的繁殖作用

凡是有匍匐莖和地下莖的植物，都能利用牠們的莖來行繁殖，這是在前面已經說過的。還有許多植物的芽，能脫離母體，落在地上，長成新植物。如卷丹的葉腋裏能生一種有鱗片而多肉的芽，叫做珠芽。山藥的葉腋裏能生一種無鱗片而多肉的芽，叫做肉芽。落地後即生根生葉長成一株新植物。

此外，在園藝上，亦常利用莖來行人工繁殖，其法有插枝、壓條、和接木三種：

1. 插枝 切取植物的莖，插在泥土裏，使之生根，長成一株新植物，就叫做插枝。菊和楊柳等常用此法來繁殖。

2. 壓條 把植物的莖，彎曲到地面上，將着地的一部分埋在土裏，等牠生根後，和母株切離，這就叫做壓條。桑和葡萄等多用此法繁殖。

3. 接木 把所要植物的枝或芽，接在別株植物的幹上，使兩植物的形成層互相接合，發生所要植物的枝葉，這就叫做接木。許多優良的果樹如桃、李等，常用此法來繁殖，不但可以保存原來良好的性質，而且可以使花和果實更為優良。

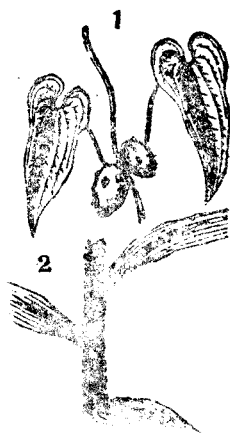


圖 65. 能供繁殖用的芽
1. 山藥的肉芽
2. 卷丹的珠芽

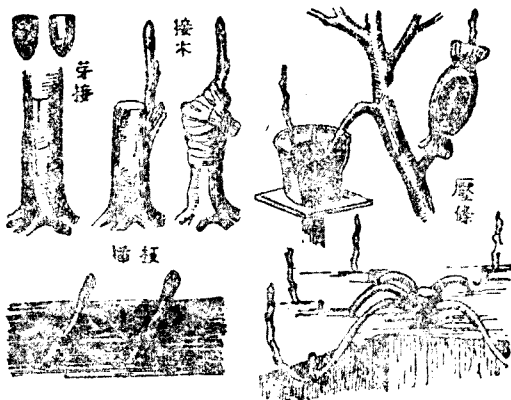


圖 36. 種種人工繁殖法

(十) 莖的用處

莖對於人生，用途甚廣，關係很大。許多植物的莖，儲藏很多養分，如馬鈴薯和蓮等的地下莖都可供人食用。甘蔗的莖還可用以製糖。

樹枝雜草，可做燃料，煤由古代樹木埋沒土中變化而成。炭為小樹，或樹枝經過不暢的燃燒所成，煤和炭更是日常重要燃料。

又如苧麻、大麻等莖裏的韌皮纖維，可以紡線，織布，或製繩索。

多種樹木的木質纖維，可以造紙，竹桿、楮皮尤為我國重要

的製紙原料。

吾人日常所用的橡膠、漆、松香、樟腦、木栓等都屬各種樹木的產品。許多樹皮可充香料或藥品。木材經分解蒸餾之後，可以提取酒精。凡此種種，足證樹木的莖又為工業品的源泉。

森林為樹木的產區，其最大的用途，在供給木材，一切建築木材與用具木料，大都從森林中取來。我國森林場地極少，所產木材既少，又因運輸不便，以致建築房屋、橋梁，或製造各種器物，常向外國購備，每年流出金錢極多。

森林除供給木材和其他產品以外，還與人生的安寧有重大的關係：(1)森林中枯枝敗葉遍地，一經腐化，變為腐植物質，逐年累月，存

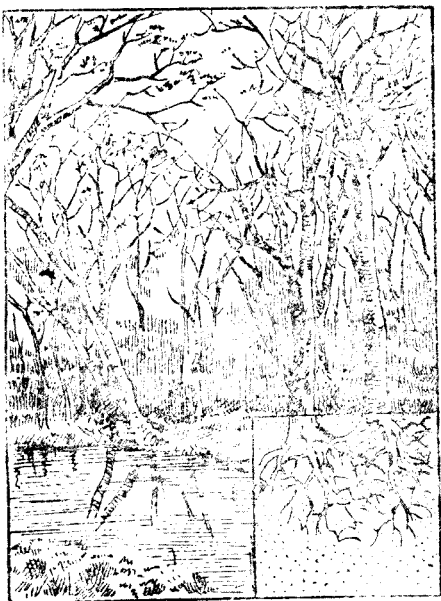


圖 17. 河旁樹林保護兩岸使不崩潰

積極厚，鬆軟如海綿，能吸收多量水分，同時樹根分布土中，地下常多空隙，所以大雨之後，水多為腐植質吸收或流入地下，再

漸漸流入江河。因此之故，江河中不致有泛濫之虞。(2)樹根交叉盤曲，可以固結土砂，如江河邊地多栽樹木，可免江岸陷落或水道淤塞之患。(3)多森林的地方，因地下含蓄多量的水，可以逐漸流出，以資灌溉，同時又因樹葉蒸發的水分很多，可使空氣溼潤，增加雨量，遂可減少旱災。(4)森林可以防禦暴風，減少風災。(5)森林中的溫度，不易隨時改變。日間林外溫度增高，林內仍涼；夜晚林外漸涼，林內尚溫。附近一帶的氣溫，因此得以調節。此外，森林還可以點綴風景，對於人類的精神生活也很重要。

練習問題

1. 莖有什麼作用？*有助減運水*
2. 草質莖與木質莖有何主要異點？*草*
3. 灌木與喬木有何區別？*灌木無主*
4. 攀援莖和纏繞莖有何區別？
5. 怎樣是地下莖？匍和根有什麼區別？
6. 怎樣是節？怎樣是節間？
7. 怎樣是芽？有何功用？在莖的何部發生？
8. 夏芽和冬芽有何區別？
9. 怎樣是皮孔？有何功用？
10. 雙子葉植物莖與單子葉植物莖的構造有何主要異點？
11. 莖與根的構造有何異同？

12. 莖的長度如何得以增加? 在莖的老成部分長度能否增加? 何故?
13. 莖的直徑如何得以增大? 在莖的老成部分直徑能否繼續變大? 何故?
14. 年輪怎樣生成的? 年輪暗示何事?
15. 木材有心材與邊材的分別, 何者堅實耐用? 何故?
16. 莖如何分枝? 與根的分枝有何異點?
17. 水在植物體內何以能上升? 其主要的原動力是什麼?
18. 怎樣是根壓? 有何法可以證明?
19. 怎樣是毛細管作用? 有何實驗可以證明?
20. 葉片中製成的食物如何運至全體各部?
21. 莖對於刺激的反應性, 最明顯的有那幾種?
22. 利用莖而行人工繁殖的方法, 譬如有那幾種?
23. 森林與人生的安寧有何關係?
24. 森林能調節氣候否? 如何?
25. 試就本章所述, 作一提要。

第五章 葉

葉生在莖的節上，通常扁平，有葉綠素，能在日光中將根吸收來的水和溶解於水中的礦物質以及從空氣中攝取的二氧化碳，製造食物。不但植物自體有賴於葉的功用，即人類與其他動物的生活，也直接間接要依賴植物的綠葉。

(一) 葉的外形

葉的部分 葉的形態，變化很大。一張模式的葉，可分葉片、葉柄、和托葉三部。

1. **葉片** 葉片是葉的扁平部分，通常呈綠色，為製造食物的場所，其形狀大小不一，概有脈絡，叫做葉脈。可使葉片舒展及流通養分。

2. **葉柄** 葉柄是葉片下部的柄條，通常細長，可使葉片獲得相當的地位，以便承受日光。

3. **托葉** 托葉生在葉柄基部的兩側，通常呈小葉片狀，其功用現尚不明。

葉片、葉柄、和托葉三部分都完全的



圖 68. 完全葉的部分
(櫻葉)

叫做完全葉。如桃、櫻等的葉是。缺少葉柄或托葉或兩部分都缺的，叫做不完全葉。如牽牛、雲臺等的葉是。

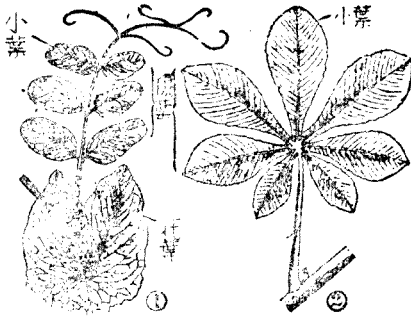


圖 9. 複葉 1. 豌豆 2. 七葉樹

又在一葉柄上，祇生一個葉片的，叫做單葉；生二個以上的葉片的，叫做複葉。有的複葉小葉片都生在一個葉柄的頂上，全形如掌，叫做掌狀複葉，如大麻、七葉樹等的是。有的複葉，小

葉片分列在葉柄的兩側，全形如羽，叫做羽狀複葉，如豌豆、鹽膚木等的葉是。

葉的形狀 葉片的形狀也有很多變化，其基本形式，大概可分為針形、卵形、和圓形三種。如松、杉等的葉屬於針形；女貞、蠟梅等的葉屬於卵形；蓮、芡實等的葉屬於

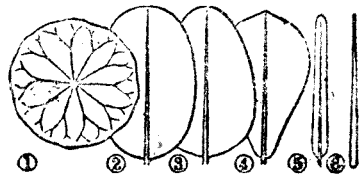


圖 70. 葉片的形狀

1. 圓形
2. 橢圓形
3. 卵形
4. 倒卵形
5. 線形
6. 針形

圓形。在這三種形式的中間，還有許多形狀，都隨植物的種類而

異。

葉片的邊緣也有種種形式，完全沒有出入的叫全緣；出入成齒狀的，有鋸齒、牙齒等；出入成波狀的，有淺波和深波；出入很深的，叫做缺刻，

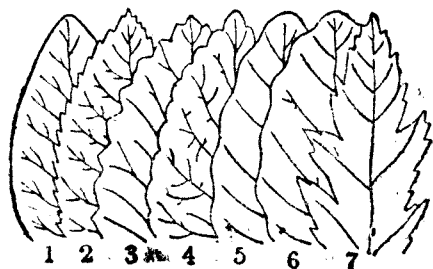


圖 71. 葉緣的形狀

1. 全緣 2. 鋸齒 3. 牙齒 4. 鈍鋸齒
5. 淺波 6. 深波 7. 缺刻

又葉片的尖端和基部，形式也很多。在植物的分類上，也很重要。

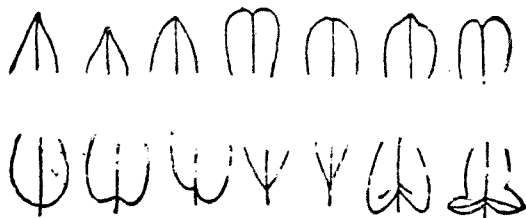


圖 72. 上列：葉尖的形狀 下列：葉基的形狀

葉脈 葉脈就是葉裏的維管束，有大小不同，最大的叫主脈，其餘小的叫支脈。主脈和支脈分布的狀態，有下面兩種：

雙子葉植物的葉脈，分枝極多，交錯成網狀的，稱為網狀

脈。其中如櫻葉，在中央有一主脈，從葉基直通至葉尖，再從主

脈兩側分出若干支脈，從支脈更分生無數交錯的細脈，全形如羽狀的，叫做羽狀脈；又如槭葉，則有若干主脈，從葉基分出，成爲掌狀，每一主脈的兩側更分支脈及細脈，此爲掌狀脈。

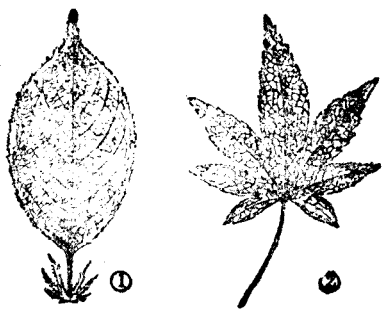


圖 73. 網狀脈

1. 槭的羽狀脈 2. 槭的掌狀脈

單子葉植物的葉脈，互相平行，並不交錯的，稱爲平行脈。

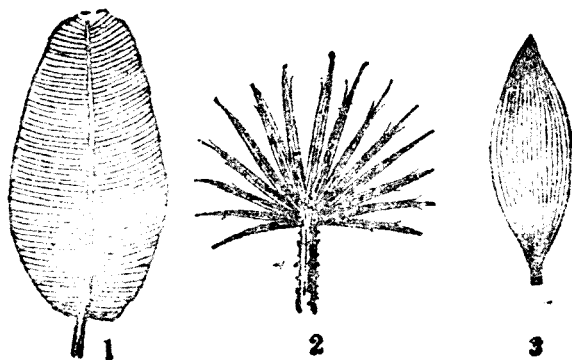


圖 74. 平行脈 1. 側出脈 2. 射出脈 3. 弧出脈

其中如玉蜀黍、竹等的葉脈，有若干主脈從葉基發出，平行達於

葉尖的，叫直出脈；芭蕉的葉脈，有一中肋爲其主脈，貫連葉基與葉尖，再從主脈兩側分出無數支脈，平行達於葉緣的，叫側出脈。又如棕櫚，雖有若干主脈，但從葉基分出後，並不會合於葉尖，而分向葉緣射出的，叫射出脈。

(二) 葉 序

葉在莖上的排列，概有一定的規則，這叫做葉序。其排列的狀態，有下面三種。

1. **互生** 每一節上祇生一葉，其位置上下交互的，叫做互生，如桃、柳、竹、稻、山茶等是。這類的葉就叫做互生葉。

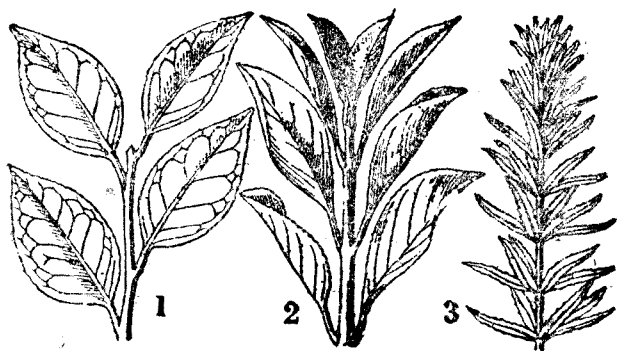


圖 75. 葉序 1. 互生(山茶) 2. 對生(正木) 3. 輪生(黑藻)

2. **對生** 每一節上生兩個相對的葉的，叫做對生，如木犀、

正木、野芝麻等是。這類的葉就叫做對生葉。

3. 輪生 每一節上生三葉以上，排列成輪狀的，叫做輪生，如黑藻、夾竹桃等是。這類的葉就叫做輪生葉。

葉着生在莖上，既依一定的規則而排列，所以上節的葉和下節的葉常能保持相當的開度。因此，上下的葉一致互相遮掩，都能獲充分的日光。這對於葉製造食物的作用，是極有關係的。

(三 葉的變態)

葉最大的功用是製造食物，但有許多植物發生的葉，構造既不相同，功用亦復有異，這種葉叫做變態葉，茲分述如下：

1. 葉卷鬚 豌豆葉的上部有細長卷鬚，是由頂端小葉變態而成，可以攀附他物上升。又如菝葜，托葉變成卷鬚；金蓮花的葉柄也有卷鬚的功用。

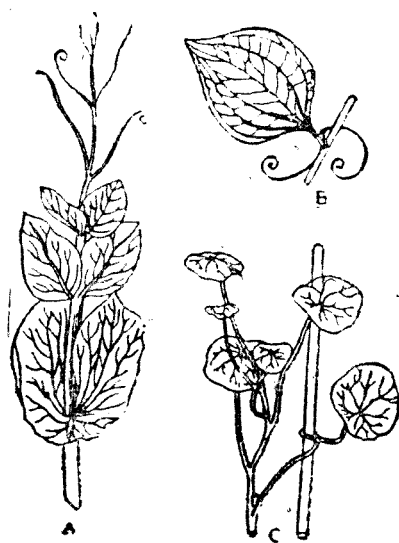


圖 76. 葉卷鬚 A. 豌豆 B. 菝葜 C. 金蓮花

2. 鱗葉 芽的外部常常有鱗片狀的構造，包圍在四周，此

種鱗片就是葉的變態，質硬，色黃或褐，無葉綠素，表面或有脂膠、細毛等物。鱗葉的功用在保護芽的幼嫩部分，阻止水的蒸發，以及防止外界溫度突變的影響。

百合、水仙、洋蔥等物的鱗莖外面，包圍許多肥大的鱗葉，大都質軟色白，內藏食物甚多。



圖 7. 鱗葉

1. 竹筍(芽) 2. 百合的鱗莖

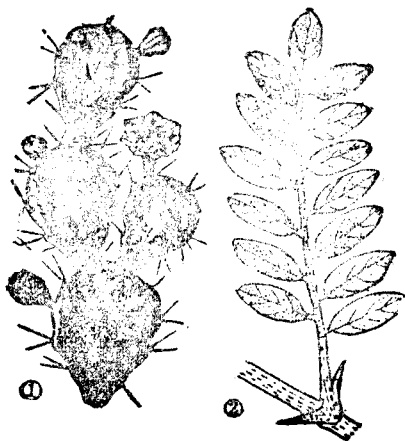


圖 8. 葉針 1. 仙人掌 2. 刺槐

3. 葉針 由葉變態而成針狀的，叫做葉針。葉針有一定的地位，概從節上生出，其腋中往往有芽發生。最常見的例子，是小蘗和仙人掌，仙人掌的葉針，大概有減少水分蒸發的功用。

托葉也有變成葉針的，例如刺槐。

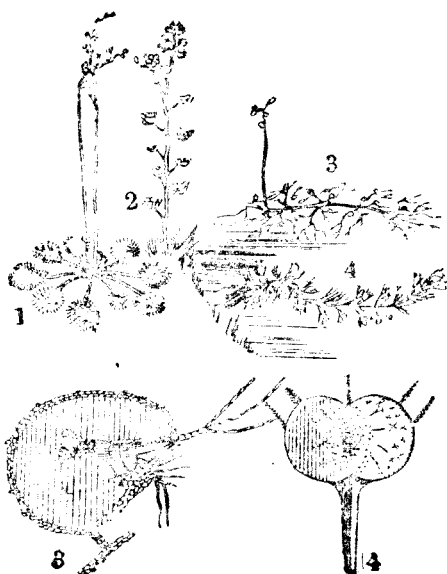


圖 79. 食蟲植物 1. 毛氈苔 2. 茅膏菜
3. 狸藻 3. 狸藻的捕蟲葉 4. 狸藻 4. 狸藻的捕蟲葉

4. 捕蟲葉 植物的葉或有變成捕蟲的工具的，叫做捕蟲葉，例如茅膏菜、毛氈苔等，葉面有許多細毛，毛端略大，能分泌黏液。倘有小蟲落於葉上，觸動細毛，毛即捲曲，包圍小蟲，分泌消化液，將蟲體消化，隨後葉與細毛又回復原狀。

又有一種小植物生於水中，叫做狸藻，其葉細而多，或變成小囊，囊口有細毛，向內而生，水中小蟲鑽入囊內，即不能再出。

結果，蟲死在囊內，漸被消化，成爲狸藻的食物。

此等植物因能捕食昆蟲，統稱爲食蟲植物。食蟲植物種類很多，除上述數種外，還有豬籠草、瓶子草等，都是很有名的。

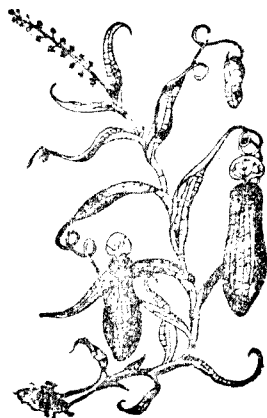


圖 7. 豬籠草

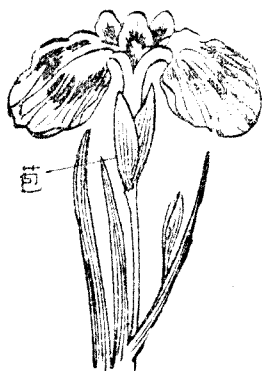


圖 8. 鹿尾的苞葉

5. 花葉與苞葉 植物到一定時期即從莖上生花，以營繁殖，花大概有四部，花萼、花冠、小蕊、和大蕊部。葉的變態，叫做花葉。有些花在某部還有一個或多數花葉狀的葉片，也是變態葉的一種，叫做苞葉。如鹿尾、牽牛、菊等是。

(四) 葉的構造

葉的構造比較根與莖爲簡單。表面的薄皮爲表皮，極易撕下。中間柔軟的葉肉爲綠色組織所成。葉脈（葉脈管）和篩管，今

分別述之。

表皮組織 表皮普通爲一層無色扁平，不規則形的細胞緊密排列所成，表面與空氣接觸的細胞壁常有角質或蠟質層，不但能減少葉內水的過度散失，且可防止病害微生物的侵犯。

在下表皮的各處有無數成對、半月形的綠色細胞，每對細胞的中間有一小孔，叫做氣孔。這種綠色細胞叫做保衛細胞，保衛細胞因所含水量的多少而有脹縮。脹時氣孔開大，縮時則閉合。氣孔在葉

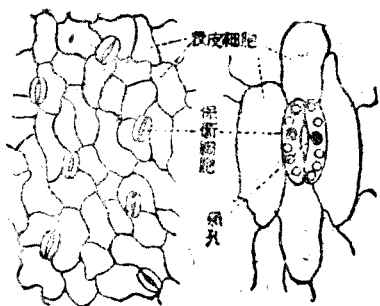


圖 82. 葉的表皮

上非常重要，是葉內空隙與外界空氣接觸交通的所在。當開大時，可使體內的水汽發散，並交換體內外的氣體。閉合時則能阻止水的過度散失與氣體的流通，所以氣孔在生理上有三種功用：(1)調節葉內的水量，(2)從空氣中攝取二氧化碳爲製造食物的原料，(3)從空氣中吸取氧氣，並放出體內的二氧化碳。

氣孔不一定在下表皮，凡生在水邊或陰溼地方的植物，常常在上下表皮都有氣孔。至於沈沒在水中的植物，其葉小而構造簡單，則全無氣孔。

許多植物葉的表皮生有細毛，構造與功用隨植物而異，大概有單細胞毛與多細胞毛兩種，主要的功用在於防止水過度散失，或霜雪雨露的侵襲。

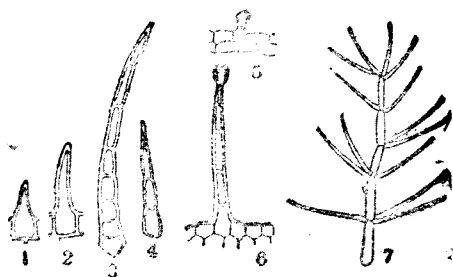


圖 8. 表皮上的毛

1—4. 向日葵葉上的毛；5—6. 十二紅葉上的毛；7. 毛蕊花葉上的毛

葉肉組織 葉肉為薄壁的柔細胞所組成，夾在上下表皮的

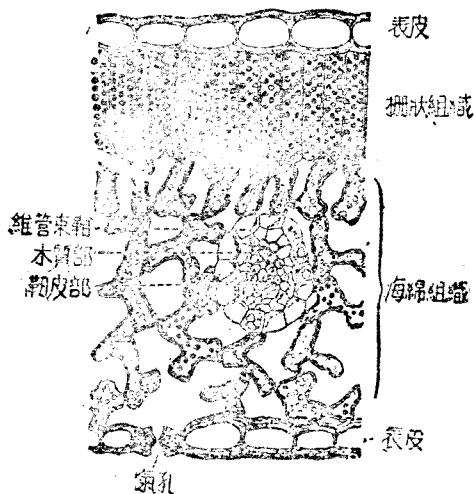


圖 9. 蠶豆葉的橫切面

中間，細胞中有綠色的小粒，叫做葉綠體，每粒中有綠色的色素叫葉綠素。葉綠素和葉綠體，就是製造食物的工具，所以葉肉為葉片中基本重要的部分。

葉肉細胞有二種，接近上表皮的細胞，形如圓筒，排

列整齊緊密，狀如柵欄，叫做柵狀組織。柵狀組織富有葉綠體，為葉片中製造食物的主要所在。許多植物的葉祇有一層柵狀組織。大凡有二層或三層的植物，能耐乾燥，可以生活於水少的場所。在水生植物的葉中，往往缺少此種組織，這是因為水生植物得水極易，而製造食物在其他含葉綠體的細胞中也能進行的緣故。

在柵狀組織與下表皮的中間，細胞多為橢圓形，長短不一，排列極疏鬆，且無規則。細胞間多有空隙，狀如海綿，所以叫做海綿組織。其空隙各部互相連通，外界空氣中的氧氣與二氧化碳從表皮的氣孔進入後，可分布到葉肉中的各細胞。海綿組織細胞中的葉綠體較少，因此製造食物的能力亦弱。

葉脈組織 葉脈就是維管束，與植物體的各部相連，成為輸導食物與水液的通路。葉脈組織在上部的為木質部，在下部的為韌皮部，功用與根莖的維管束相同。

葉脈分布於葉肉中，因其分枝愈分愈細，至是細小處祇有一個導水細胞。在木質部與韌皮部的周圍，也有維管束鞘，但在兩部的中間，大抵沒有形成層（有若一種植物葉脈內也有形成層，如蘿蔔的葉，就是一個例子），所以葉脈通常不能繼續增粗。

(五) 葉的作用

葉的構造比較簡單，生存的時間並不長久，但是葉的作用

卻非常複雜，最重要的是製造食物和蒸發水分。此外還有呼吸作用也很重要，現分述如下：

甲. 食物的製造

植物的重要食物，有蛋白質、脂肪、和醣類三類。這三類食物都是由植物自己製造出來的。最初造成的是醣類，如葡萄糖和澱粉等。其餘如脂肪是由醣類變化而成。蛋白質則由醣類加上氮、硫、磷等各物質變化而成。所以醣類是基本的產品。

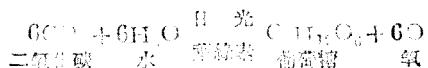
製造醣類的原料 製造食物，先要有原料。製造醣類的原料是二氧化碳和水。葉有氣孔，可從空氣中吸收二氧化碳。根有根毛，可從土中吸收水。這二氧化碳和水，被吸入葉肉細胞裏面即能化合而成爲糖或澱粉，所以醣類又叫做碳水化合物。

製造的機器和動能 製造醣類的機器，葉綠素，製造所需的動能是日光。植物必須在日光下，牠的葉綠素才能將二氧化碳和水兩種原料化合成醣類，所以植物製造醣類的作用，叫做光合作用。

試把一盆植物，先放在暗室裏，兩天後再拿出來，用黑紙或遮光夾，遮蔽葉的一部分，然後將此盆植物移到日光中。經過一二小時摘取一葉，置於溫熱的酒精中，除去葉綠素，再浸到碘酞中，則未被遮蔽日光的部分，因有澱粉生成，遇碘而變藍色，被遮蔽的部分則呈黃褐，由此可知日光是製造醣類所必需的要素了。



圖 85. 試驗日光時製造醣類所必需



試驗黑藻一枝，放在盛滿池水的玻璃筒中，懸在日光下，即見有氣泡從水中上升。若照圖 86 之裝置，用風管收集此種氣體而試驗之，即知其為氧，可以證明牠確為光合作用的產物。又若變化日光的強度，而計算一分鐘內所發生氣泡的數目，即可知日光愈強，氣泡愈多，即光合作用愈盛；反之，日光愈弱，氣泡愈少，即光合作用愈弱。這叫做氣泡計算法。

光合作用的產品 光合作用以二氧化碳和水為材料，而造成醣類，同時並放出氧氣，能散放於體外。所以醣類是光合作用的主產品，氧氣就是光合作用的副產品。這種光合作用的結果，可用一簡單的化學式表示如下：



圖 86. 光合作用放出氧之試驗

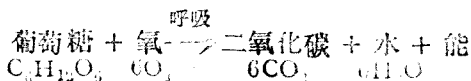
食物的運輸 食物製成之後，即運輸到全體各部。如製造過多，則一部分暫時存積葉內，變成澱粉。惟澱粉隨後不能直接送達各部，大概在夜間（光合作用休止之時）經過變化，還復流質狀態，然後從葉脈的篩管中，經過擴散與滲透作用，分流到各部的生活細胞。

乙．呼吸作用

一切生活細胞須有呼吸作用，始可發生各種生活現象。因為生活所需的能，是從食物中得來，食物中儲藏的能就是綠葉行光合作用時從日光中得來的。

食物經過消化作用時，將流動的醣質運送到各部生活細胞之後，再經過複雜的化學作用，造成原生質；或即與氧氣發生變化，放出儲藏的能。此種現象不論根、莖、葉、花、果實、種子中的細胞都有。

綠葉中的細胞普通都有生命晝夜工作，時時要呼吸。利用食物與氣孔中得來的氧氣，化合而發生動能。在呼吸作用中，食物因與氧氣化合，破壞而為簡單的物質。例如醣類與氧化合，分解為水與二氧化碳，其變化如下式：



由此可知呼吸作用的結果與光合作用正相反，茲更列一簡表比較如下：

呼 吸 作 用	光 合 作 用
1. 分解食物	1. 製造食物
2. 凡生活細胞皆有	2. 祇限於綠色細胞有之
3. 不需要日光	3. 需要日光
4. 吸收氧氣放出二氧化碳	4. 吸收二氧化碳放出氧氣
5. 發出能量	5. 貯蓄能量

欲證明呼吸作用放出二氧化碳，可將發芽的種子或開放的花，放在玻璃筒中，用蓋或木塞密閉一夜以後，用燭火試探，火即熄滅，即可知筒內因種子或花的呼吸，氧氣消失，而完全為二氧化碳所充滿了。

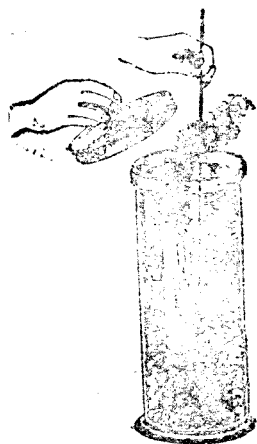


圖 87. 種子發芽時呼出二氧化碳的試驗

又欲證明呼吸時能發生能量，則可將發芽

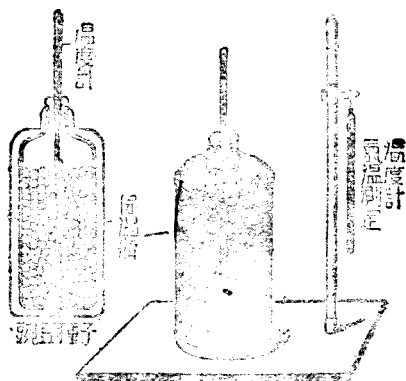


圖 88. 種子發芽時發生熱能的測定法

的種子，貯在保溫瓶中，如圖 88 測定牠的溫度。據試驗的結果，有時瓶內的溫度高過氣溫 10 度。這種高出的溫度，就是由種子發芽時因呼吸而發生的溫熱，這叫做呼吸熱。熱就是一種動能，由熱量的大小，就可知呼吸時所發生的能量了。

丙. 蒸發作用

蒸發 植物體中的水，常常因外圍的關係而蒸散於體外，如強烈的日光、高熱的溫度、乾燥的空氣等，都可使葉內水汽從氣孔散出，分布於空氣中。適度的蒸發，於植物生活上極為重要，至少有三種利益：（一）在夏日能使植物的體溫得以調節。

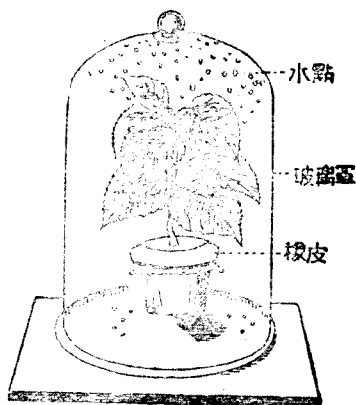


圖 89. 水從植物體中蒸發的試驗。

（二）可以助水流由莖中上升
（三）因水流上升，就可連續得到從根吸收的礦物質。但蒸發過度，體中水量所得不償所失，一時不及補充，葉必枯萎甚且死亡。

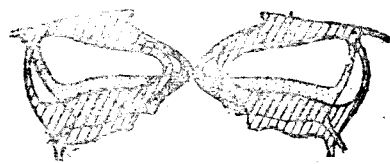


圖 90 氣孔的橫切面，示關閉（虛點表示）和開放（實線表示）時，保衛細胞的形狀。

大多數植物的葉有特殊的構造，可以調節或減少

水的蒸發，略舉數端如下：

(一) 保衛細胞含水多時，氣孔放大，少時則閉合。

(二) 除少數水生植物之外，葉面皆有角質或蠟質，或另有細毛。

(三) 柵狀組織的細胞排列緊密。

(四) 葉的面積以植物生活場所而定。大概生於乾燥地方的植物葉片極小。

蒸發作用的測定，最好的方法是一面測定所失的水的重量，同時又可測定植物體所吸收的水的容量。如圖 89 所示，即可以同一器具而達到上述兩種目的。

排水 植物除蒸發水分外，還有一種排水現象，直接把液體狀態的水排出於體外。最常見的例子，有稻、麥等禾穀類植物，

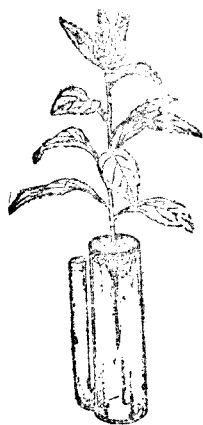


圖 91. 蒸發測定法

及青葙、款冬和金盞花等。在太陽未出的時候，我們常常可以看到這些植物的葉

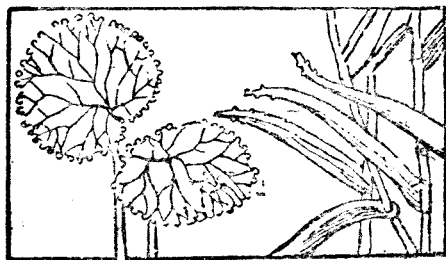


圖 92. 排水現象 · 款冬 1. 麥

緣會排出許多水滴來。因為早晨空氣中水汽很多，植物體內多餘的水分蒸發困難，所以由葉緣特殊的排水器，叫做水孔的，直接排出於體外。這種作用對於調節植物體內的水壓，也是不可少的。

(六) 葉的感應性

葉的向光性 葉着生在莖上，在普通情形之下，葉面常向上，便於得到充分適度的日光。若莖上葉多，有遮蔽日光的不利，幼小而感光較強的葉，就能改變方向，使葉片不致互相遮掩，例如地錦的葉是。

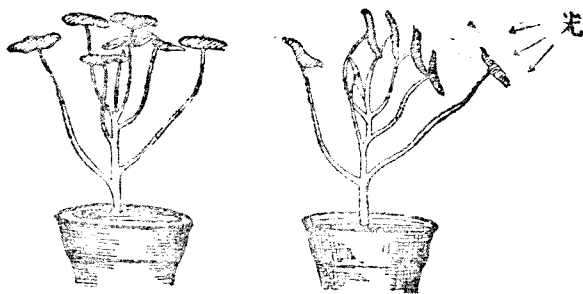


圖 13. 金蓮花葉的向光性

又試取金蓮花一盆，放在窗前，它的葉片感光力甚強，數天之後，全體葉片都改變向上的方向，而朝向窗外光線射來的方

向，這就是因為葉有向光性的緣故。

葉的運動 除向光性之外，葉還有對於日光和其刺激而起較明顯的運動的，

例如路旁常見的酢漿草，葉為複葉，有三片小葉，至夜晚即閉合下垂，翌朝又展開，這叫做睡眠運動。合歡的葉，也是睡眠運動的適例。



圖 4. 酢漿草葉開閉的狀態

又如含羞草，葉的運動更為明顯，牠的葉柄基部有特別膨大的部分，叫做葉枕。

若在葉部或其他部分受到觸動，葉枕外部的細胞即失去水分而收縮，葉即下垂，同時小葉也互相合閉，但再過數分鐘，葉又恢復原狀了。



圖 5. 含羞草 A. 多觸動前的狀態 B. 觸動狀態

(七) 葉的變色和脫落

葉的變色 春夏時的葉片，普通都是綠色；入秋之後，除常綠樹外，漸漸變成黃色或紅色。

葉片中含有黃綠二種色素，在平常時期，黃色素為綠色素（即葉綠素）掩蔽，所以不能顯露。冬天因溫度降低，許多植物的葉中不再發生葉綠素，而原有的葉綠素又漸次消滅，黃色素遂得以顯現，葉片就變成黃色。

還有許多植物，如楓、槭等，到了秋天葉變紅色，這是因為葉片中發生一種紅的色素叫做花青素的緣故。花青素如何發生，尚無定論。大概強光與低溫為發生紅色素的要因。此外葉內積有糖分或鞣質，也是促進紅色素發生的一原因。

葉的脫落 葉經變色以後，不久即脫落。常綠樹隨時落葉，隨時生葉，所以終年綠葉滿樹。至於落葉樹，在秋冬之交，葉即逐漸脫落。落葉的原因有二，一為內因，一為外因。分述如下：

內因 就是葉在脫落以前，葉柄基部有數層薄壁細胞，發生變化，叫做離層。隨後離層細胞相互分離，葉即從此脫落。

外因 大概為秋日溫度降低，日光變

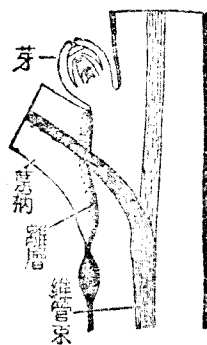


圖 36. 離層的位置

弱，以及水分不足，促使離層解體。

落葉對於植物的生活，似乎不甚經濟，但冬季天氣寒冷，吸水困難，而且空氣乾燥，蒸發最盛，如有無數葉片存在，植物體內必致水分缺少，此時如將葉脫落，即可以免除此種不利，同時因冬季天氣寒冷，各種生活作用都陷於休眠的狀態，葉即脫落，也和植物的生活沒有妨害。

常綠樹的葉，大部面積較小，內部組織亦較緊密，水不易蒸發；表面部分又有保護組織，表皮外面有極厚的角質或蠟質，或另有細毛，所以常綠樹在冬季，雖不落葉，亦可安於生活。

(八) 葉的用處

葉對於人生，用處也很多，其直接供人利用的，如蔬菜中的葉菜類，都以葉供食用；茶樹的葉可做飲料，烟草的葉可以製烟，是人類重要的嗜好品；桑葉可以飼蠶，牧草可以飼家畜，是人類重要的衣食原料。還有紫蘇的葉可以做藥用，蓮葉和箬葉可用以裹物；棕櫚、芭蕉等的葉，以及秋天的紅葉，都可供觀賞。

至於綠葉能行光合作用，製造食物，直接或間接以供人利用，尤與人生有重大的關係。

又葉行光合作用時，放出氧氣，可以清潔空氣，對於人類的健康，也是很有關係的。

練習問題

1. 葉可分為若干部分？各部大概的情形怎樣？
2. 葉脈是怎樣的一種構造？有什麼功用？
3. 葉脈有幾種？各種有什麼區別？
4. 怎樣是夜葉？試舉例說明。
5. 葉片的構造怎樣？
6. 氣孔在葉片的何部？氣孔兩旁的保衛細胞有什麼功用？
7. 葉肉中的組織有幾種？如何區別？
8. 葉脈內部的構造如何？
9. 植物主要的食物有那幾種？從何而來？
10. 怎樣可以證明葉中有澱粉存在？
11. 如何知道日光是製造食物的動能？
12. 何謂光合作用？
13. 怎樣可以證明光合作用放出氧氣？
14. 食物製成之後，如何能運送到各部？
15. 呼吸作用和光合作用有什麼不同？
16. 葉對於日光有什麼感應？
17. 葉中的水何以能散出？從何處散出？
18. 適當的蒸發有何利益？過度的蒸發有何損害？
19. 葉片有何方法防止過度的蒸發？
20. 秋天葉色變化，原因何在？
21. 秋冬樹葉何以能脫落？原因何在？
22. 葉的脫落與樹的生活有何關係？

23. 爲什麼常綠樹可以不落葉過冬?
24. 怎樣是變態葉? 試舉例說明.
25. 鱗葉與尋常葉有何不同?
26. 卷鬚與葉針何以是葉的變態? 性狀與功用如何? 試各舉一例.
27. 植物何以能捕食昆蟲? 試舉一例或二例說明.
28. 試就本章所述 作一提要.

第六章 花

前已說明高等植物的器官，有根、莖、葉、花、果實、和種子等數種。根、莖、葉是營養器官，能維持其個體的生活；花、果實、種子，則為生殖器官，能維持其種族的生存。

花本是一個枝的變態，花的各部都是由葉變成的，這在前面也已說明，現更詳述於下。

(一) 花的部分

植物的花，大小形色各有不同，但是每一個完全的花，類如桃花、櫻花、李花等，都可分為四部。最外面的一層，通常呈綠色如葉片狀的，叫做花萼。花萼裏面顏色較為顯明的一層，亦為葉狀體，叫做花冠。花冠裏面更

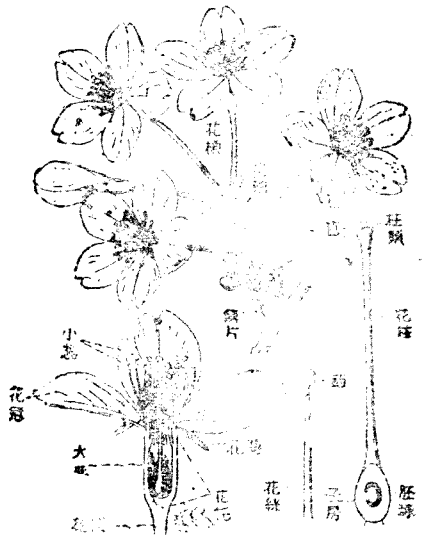


圖 97. 櫻花的部分

有一圈絲狀體，叫做小蕊(舊稱雄蕊)〔在花的中心還有一個或數個下部膨大的柱狀體，叫做大蕊(舊稱雌蕊)〕。

〔花萼和花冠，總稱為花被〕有許多的花，花萼與花冠同形同色，不能區別，亦稱花被)〔小蕊和大蕊總稱為花蕊〕花蕊是花的重要部分，與產生種子有直接關係。花被祇有保護花蕊或幫助花蕊產生種子的作用，並不能直接產生種子，所以花被是花的輔助部分。

(二) 花的種類

花的各部變化很大，因此花可以分為許多種類。凡花萼、花



圖 98. 左. 繸的單被花 右. 巖漿的無被花

冠、小蕊、大蕊四部俱全的，叫做完全花；四部中缺少一部、二部或三部的，叫做不完全花。

若專就花被來說，又可以分爲三種：如花萼、花冠都完全的叫做兩被花，如桃和薔薇等的花是；花被不完全而缺少花冠的，叫做單被花，如藜和蕎麥等的花是；花萼和花冠都缺的，叫做無被花，如蕪菁、稻、麥等的花是。

又專就花蕊來說，也可分爲兩種：如桃、梅、薔薇等的花，小蕊和大蕊都完全的，叫做兩蕊花；桑、柳、胡瓜等的花，或缺小蕊

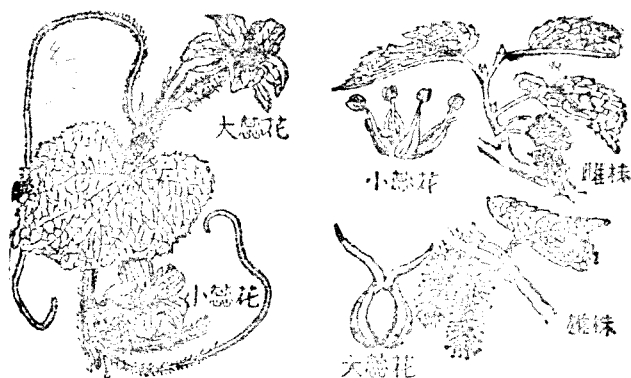


圖 90. 單蕊花

左，胡瓜（大小蕊同株） 右，桑（大小蕊異株）

或缺大蕊的，叫做單蕊花。單蕊花中祇有大蕊的叫大蕊花（舊稱雌花）；祇有小蕊的，叫小蕊花（舊稱雄花）。大蕊花和小蕊花同生在一株植物上的，稱爲大小蕊同株花（舊稱雌雄同株），例如

胡瓜、南瓜等是，各生在一株植物上的，稱為大小蕊異株花（舊稱雌雄異株），例如桑、柳、大麻等是。

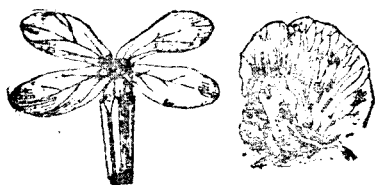


圖 100. 左. 萊菔的整齊花
右. 豌豆的不整齊花

花，例如豌豆、野芝麻等是。

又花的各部分，如大小形狀很整齊，全體成輻射對稱的，叫做整齊花，例如桃、李、菜菔等是；如大小形狀不整齊，全體成左右對稱的，叫做不整齊

(三) 花中各部的形態

1. 花萼 花萼為花的最外部，通常呈綠色，由數個分離的或連合的小片集合而成，這種小片就叫做萼片。萼片在花當時期，包在花的外面，具有保護的功用。其各片互相分離的，叫做離片萼，如菜菔的花萼是；各片互相連合的叫合片萼，如野芝麻的花萼是。

2. 花冠 花冠位在花萼的內方，普通由一圈或二圈顏色鮮明的葉狀體所合成。這種葉狀體叫做花瓣，和花萼有顯著的差異。因為花冠是花的最顯明的部分，大都顏色美麗，或

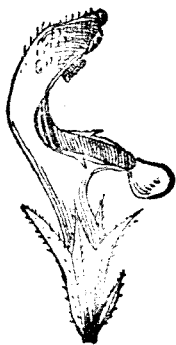


圖 101. 野芝麻的合片萼

放香氣，有蜜汁，能引誘昆蟲，為傳粉的媒介，而且形體也比花萼為大，所以花冠和花萼很容易分別。



圖 102. 花冠的形狀

花冠因花瓣的分離或連合，分為離瓣花冠和合瓣花冠兩種，分離的如薔薇、桃、櫻；連合的如胡瓜、野芝麻。牠們的形狀各有種種不同，因此更有種種特殊的名稱，在離瓣花冠中有如薔薇、萊菔等的十字形花冠，蠶豆、豌豆等的蝶形花冠；在合瓣花冠中有如牽牛、旋花的漏斗狀花冠，向日葵、蒲公英等的筒狀花冠和舌狀花冠，野芝麻、泡桐等的唇形花冠，都是很重要的。

3. 小蕊 小蕊是在花冠裏面圍繞大蕊的絲狀器官，其數目因植物的種類而異，大多數為三或五，或三與五的倍數。每一個小蕊，又分成花絲和花藥兩部。花絲通常成絲狀，長短不一，花藥常膨大成囊狀，裏面分為二室或四室，叫做粉囊。囊裏產生

多數粉狀小粒,叫做花粉。花粉成熟後,粉囊即開裂而散出花粉,藉風力或昆蟲等的助力而傳到大蕊的頂端。



圖 103. 花藥的橫切面

小蕊有各自分離的,叫做離生小蕊;互以花絲或花蕊結合的叫做合生小蕊。如薔薇、菜菔等的離生小蕊,四長二短的特稱

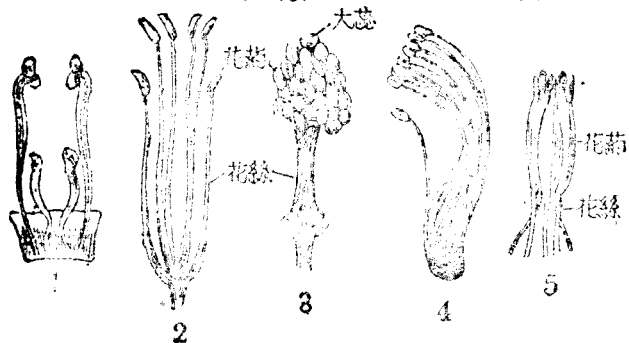


圖 104. 各種小蕊

1. 二強小蕊 2. 四強小蕊 3. 單體小蕊 4. 二體小蕊 5. 聚藥小蕊

爲四強小蕊,野芝麻的離生小蕊,二長二短的特稱爲二強小蕊。

又合生小蕊中如蒲公英等以花藥互相聯合的，叫做聚藥小蕊。草棉、木槿等以花絲結成一體的，叫做單體小蕊。蠶豆、豌豆等以花絲結成兩體的，叫做二體小蕊。

4. 大蕊 大蕊位在花的中心，有由一個花葉(特稱為心皮)構成的，叫做單大蕊，如蠶豆、豌豆等是；有由二個以上的花蕊構成的，叫做複大蕊，其中如牡丹、毛茛等心皮互相分離的叫離生大蕊，薔薇、鳶尾等心皮互相結合的叫合生大蕊。一個大蕊，大概可分為三部：頂端略較膨大的部分，叫柱頭，能分泌液汁，

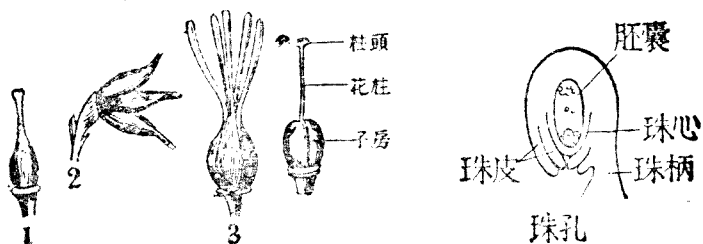


圖 105. 大蕊的式樣 1. 單大蕊 2. 複大蕊中的離生大蕊 3. 4. 複大蕊中的合生大蕊

圖 106. 胚珠的構造

便於黏受花粉；柱頭下面頸狀的部分，叫花柱，可使柱頭在花中有適宜的地位，以便接受花粉。花柱下的膨大部分叫子房，是大蕊的主要部分，內含一室或數室，室裏產生一個或多數的胚珠。每一個胚珠，外部有一層或兩層珠皮，上面留一小孔做珠孔，和內部相通。內部叫做珠心，裏面產生一胚囊。

胚珠生在子房內，有一着生在子房壁上的柄，叫做珠柄，其着生的地方叫做胎座。因其着生的部位不同，胎座可以分做四

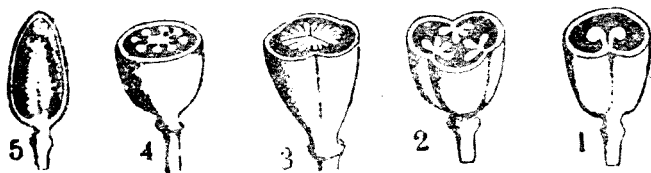


圖 17. 胎座的種類

1. 邊緣胎座 2. 側膜胎座 3. 中軸胎座
4. 獨立中央胎座 (橫斷) 5. 獨立中央胎座 (縱斷)

種：(A) 胚珠着生在單大蕊或離生大蕊子房的邊緣，而子房祇有一室的，叫邊緣胎座。(B) 胚珠着生在合生大蕊子房的側膜上，而子房只有一室或多室(有假隔膜時)的，叫側膜胎座。(C) 在子房的中央另有一柱狀體，胚珠着生在柱狀體四周，而子房祇有一室的，叫獨立中央胎座。(D) 胚珠着生在中軸的周圍，而子房有多室的，叫中軸胎座。

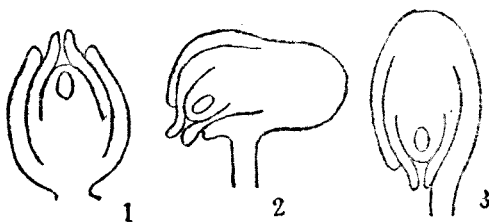


圖 18. 胚珠着生的情形

1. 直生胚珠 2. 橫生胚珠 3. 倒生胚珠

胚珠在子房裏着生的情形，也有三種：(A)珠心與珠柄在一直線上，珠孔向上的，叫直生胚珠。(B)胚珠向旁彎曲，使珠心與珠柄成直角的，叫橫生胚珠。(C)胚珠更行彎曲而倒懸，使珠心與珠柄平行，珠孔向下的，叫倒生胚珠。

5. 花托 花的各部都着生在一個梗端膨大的地方，這梗叫做花梗，梗端着生花的所在，就叫做花托。花托的形狀很多，有的花托稍為凸起，子房生在花托的最高地位，而花萼、花冠、與小蕊都依次在大蕊之下，這種花叫做子房上位花。有的花托向內凹成杯形，子房生在杯之中央，而花萼、花冠、與小蕊的位置，都在大蕊的子房或花柱的周圍，這種花叫做子房周位花。還有花托向內深凹包圍子房，且與子房連合不能分離，而花萼、花冠與小蕊都在子房的上方，這種花叫做子房下位花。

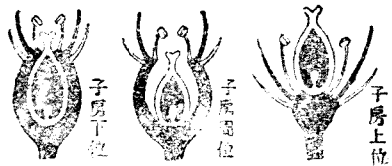


圖 109. 子房的位置

(四) 花序

花從莖頂或葉腋生出。多數的花生長在一枝花軸上，各花距離接近，排列成叢而有次序的，稱為花序。如各花遠隔，下面有尋常葉體而單獨生出的，稱為單花。

花序有各種形式與排列，大別起來，不外有限花序和無限

花序兩種。凡花序的總軸繼續向上生長，且漸生新花，各花從下向上或從外向內依次開放的，就叫做無限花序。若花序總軸的頂端先生一花，而並不繼續生長，新花生長於下部，其開放的次序先上後下的，就叫做有限花序。

無限花序又分下面幾種：

1. 總狀花序 花軸伸長了分枝，上生無數有梗的花，各花的花梗長短相似，例如金魚草、紫藤等。
2. 平頂總狀花序 又稱繖房花序，實即總狀花序的一種，因各花的花梗，上短下長，故花頂成一平面。例如雲苔、蘿蔔等。
3. 複總狀花序 花軸較長而多分枝，每一分枝各成一總狀花序，例如稻和丁香等。
4. 穗狀花序 有較長的花軸，不分枝，各花都沒有花梗，例如車前等。
5. 柔荑花序 狀如穗狀花序，但花軸上祇生小蕊花或大蕊花，成熟後常整個花序脫下，例如柳、白楊等。
6. 繖形花序 各花的花梗長短相等，或不相等，同由花軸的頂端生出，例如洋蔥、櫻桃等。
7. 複繖形花序 先由花軸頂端生出許多長短相等的分枝，再每一分枝各成一繖形花序，例如竊衣、胡蘿蔔等。
8. 頭狀花序 花軸頂部膨大如饅頭狀，上生許多無梗的花，如蒲公英、菊、向日葵等。

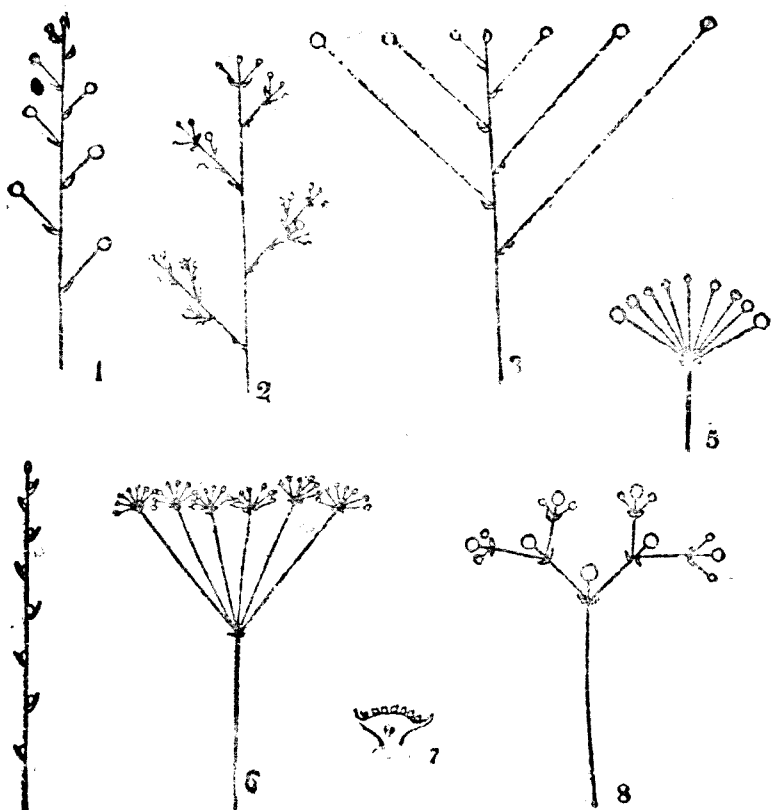


圖 110. 花序

1. 總狀花序 2. 複總狀花序 3. 平頂總狀花序 4. 穗狀花序
5. 繖形花序 6. 複繖形花序 7. 頭狀花序 8. 聚繖花序

有限花序亦有許多種類，其中最主要的是聚繖花序，外觀

好像平頂總狀花序，但各花開放的次序先上後下，例如毛茛、牻牛兒苗等。

(五) 傳粉作用

高等植物綿延種族，必須雌雄二細胞結合。雄性細胞產生在花粉管裏，雌性細胞產生在胚珠中的胚囊裏。花粉自己並無能力達到大蕊的柱頭上，多須依賴外力做媒介。花粉離開小蕊而達到大蕊柱頭上的作用，叫做傳粉作用。有自花傳粉與異花傳粉二種，分述於下。

自花傳粉 凡一花中的花粉，黏着在同花的柱頭上，叫做自花傳粉。自花傳粉的植物，大小蕊的成熟期大概同時，並且花蕊或花瓣長時閉合，把大小蕊包藏在裏面，花粉成熟後就能散落到柱頭上，不必賴他力為媒介。自花傳粉的植物，種類不多，例如香堇、蓮等。

異花傳粉 凡甲花的花粉，傳到乙花的柱頭上，叫做異花傳粉。異花傳粉的花，其形態與構造有許多特殊的地方，分述如下。

(1) 花的構造不規則，花粉不能達到自花的柱頭上，如蘭花、蠶豆、夏枯草等。

(2) 一花中大小蕊垂有，而成熟時期有先後，如石竹、菊、車前、木蘭等。

(3) 大小蕊雖在同一花中，但花粉落在本花的柱頭上，不能萌發，或萌發後產生的雄性細胞不能與雌性細胞配合，如紫堇、山梗菜等。

(4) 大小蕊異花，或大小蕊異株花，前者如胡瓜、秋海棠，後者如桑和柳。

傳播花粉的媒介 花粉自己不能移動，須有媒介物為之傳播，普通有三種：

(1) 風 花粉依風力的蕩漾，飛散到別處，遇到他花的柱頭，就黏着在上面。這種藉風為傳粉媒介的花，叫做風媒花。風

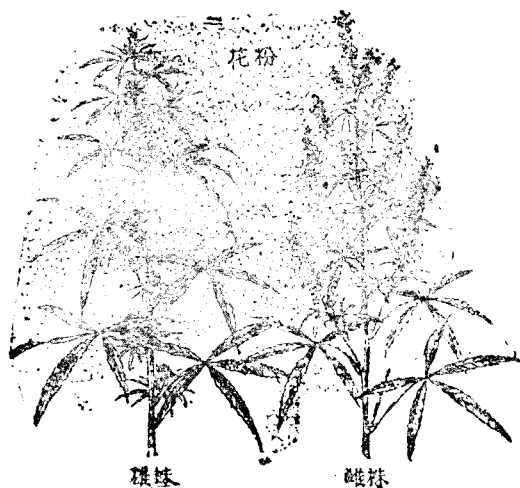


圖 大麻—風媒花

媒花大概無花被，或花被無美麗的顏色；如為單性花，其小蕊花

常較大蕊花多，花粉多而小，輕而光滑；花絲細長高出於花外；柱頭常成羽毛狀，多黏液而潤澤，使花粉容易黏着；花中無蜜腺且缺乏香氣；花大都生在枝的頂端；開花時期較短。凡此都為風媒花的特徵，例如柳、稻、麥等，都是。

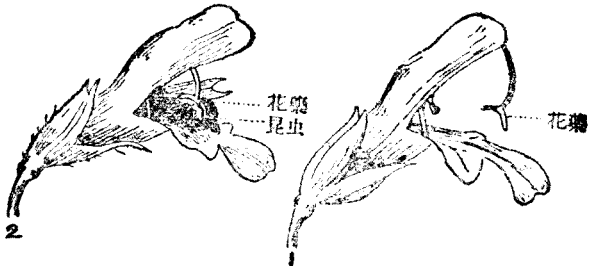


圖 17. 適合昆蟲傳粉的花——唇形科鼠尾草屬植物的花

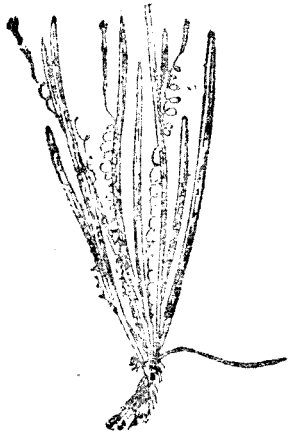


圖 18. 苦草—水媒花

(2) 昆蟲 蜂、蝶等類常在花間尋蜜，因此花粉帶在身上，在飛入他花中時，身上花粉就黏在柱頭上。這種藉蟲作傳粉媒介的花，叫做蟲媒花。蟲媒花大概花被有美麗的顏色，且帶芳香；花中有蜜腺；花絲短而粗；花粉潤澤，或表面具凸起，容易黏着蟲體；開花時期較長；生花的位置不定。除蜂、蝶採花粉之外，其他如蟻與少數的鳥類亦能因採蜜或

食花粉而爲之傳播，

(3) 水 凡水生植物的花，其小蕊成熟以後，花粉由水的漂流，得與大蕊相遇，因而受粉的，叫做水媒花。這種植物大都沉沒在水中，大小蕊異花，柱頭能浮出水面，例如苦草、金魚藻等。水媒花的種類較前二種爲少。

(六) 受精作用

在大蕊的胚珠裏生有胚囊，胚囊裏產生一卵。就是雌性細胞。花粉落在柱頭上，漸漸萌發，成爲管狀體。產生二個精子核。

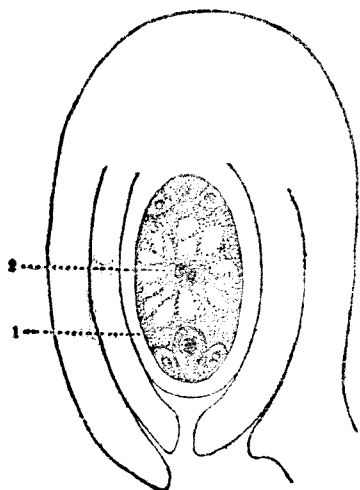


圖 10. 胚珠的縱剖面
顯示胚囊中的卵(1)與胚囊核(2)

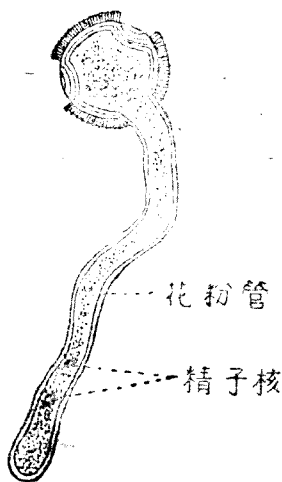


圖 11. 花粉萌發，產生精子核。

就是雄性細胞。精子核由花粉管的生長，傳入胚囊與卵配合。此等雌雄細胞的結合，叫做受精作用。由是可知傳粉作用是受精作用的準備。凡自花傳粉而行受精作用的，叫做自體受精；由他花傳粉而行受精作用的，叫做異體受精。學者於此，須知胚囊成熟時有胚囊核。花粉管傳入的雄性細胞有三個，一個與卵配合，就叫受精。受精卵發育而成胚，另一個精細胞則與胚囊核相合，發育為胚乳。胚體生長時所需的養料，由胚乳供給。

(七) 花的應用

植物中的奇花異卉，或生在河旁溪畔，或生在深山幽谷，都可以點綴風景。普通植物因花色美麗用供觀賞的極多，例如水仙、迎春、梅、桃、薔薇、牡丹、芍藥、鳶尾、玉簪、蓮、秋海棠、菊、芙蓉、山茶等，四時交替，怡情悅目。許多植物因有蜜腺，吾人可利用蜜蜂採蜜；又或因有香味，可採製香料。此外，如除蟲菊可作藥品，番紅花可做染料。還有少數可供食用的，如萱草（俗名金鍼菜）可充蔬菜，玫瑰、木犀等可浸酒或和於糕餅中做香料。

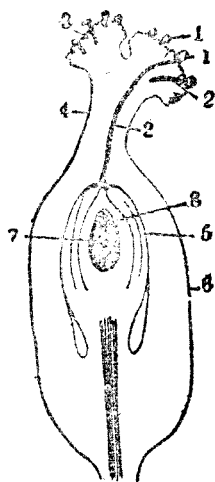


圖 113. 花粉管從柱頭進入子房與珠孔

1. 花粉 2. 花粉管
3. 柱頭 4. 花柱
5. 子房 6. 胚珠
7. 胚囊 8. 卵

練習問題

1. 花的那幾部爲主要部？那幾部爲次要部？各有什麼功用？
2. 什麼叫大蕊花和小蕊花？什麼叫大小蕊同株花和大小蕊異株花？
3. 什麼叫整齊花和不整齊花？
4. 小蕊可分幾部？大蕊可分幾部？
5. 離瓣花和合瓣花有什麼區別？
6. 四強小蕊和二強小蕊有什麼區別？
7. 什麼叫單大蕊？什麼叫複大蕊？試舉例說明。
8. 胚珠的構造怎樣？
9. 什麼叫胎座？胎座有幾種？試分別說明。
10. 胚珠在子房中着生的情形怎樣？
11. 什麼叫花托？子房在花托上的位置怎樣？
12. 什麼叫有限花序和無限花序？試各舉例說明。
13. 無限花序可分幾種？能一一舉例說明嗎？
14. 什麼叫傳粉作用？傳粉作用的意義怎樣？
15. 自花傳粉的花大體的性狀如何？
16. 異花傳粉有何需要？
17. 異花傳粉依賴何物爲媒介？
18. 什麼叫風媒花？試述其性狀並舉例。
19. 什麼叫蟲媒花？試述其性狀並舉例。
20. 什麼叫水媒花？試述其性狀並舉例。
21. 什麼叫卵？什麼叫精子核？什麼叫受精作用？
22. 胚和胚乳如何生成的？二物有何關係？

23. 花於人生活上有何用途?
24. 試就本章所述, 作一提要.

第七章 果 實

果實是成熟的子房。未成熟時，顏色帶綠，味帶酸澀，或含有毒質，可以避免動物侵食。

果實對於植物自身的功用有二：(1)保護種子不使受傷，且有營養種子的功用。(2)幫助種子的散播。

(一) 果實的構造

果實外部有果皮，內部含種子。種子是由胚珠長發而成的，果皮是由子房壁長發而成的。果皮分內、中、外三層。例如桃子，外面的一層薄皮，叫外果皮。外果皮下面多肉多汁可供食用的部分，叫中果皮。裏面堅硬的核殼就是內果皮。

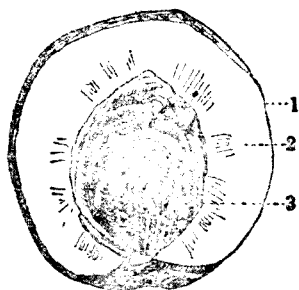


圖 1.5. 桃果的縱切面
1. 外果皮 2. 中果皮 3. 內果皮

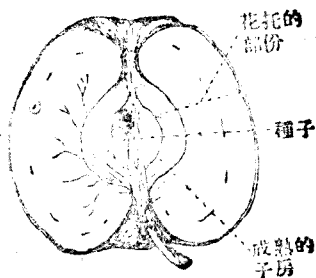


圖 1.5. 蘋果的縱切面

桃、梅等的果實，完全由子房長發而成，除果皮和種子以外，別無其他部分，這種果實就叫做真果。還有少數植物，花萼和花托同子房一起肥大起來，成爲果實的一部分，因此由子房長成的果皮，反包藏在花托之中。這種果實就叫做假果，例如蘋果、梨、枇杷等。

(二) 果實的種類

果實的種類很多，其分類方法也不一致，現依據果實的構造和果皮的性質，分爲兩大類：如桃、梅、草莓等由一朵花中的大蕊發育而成的，叫做單花果；如桑果和波羅蜜等，由一個花序發育而成的，叫做多花果（又稱複果）。

單花果的種類 單花果又分爲許多種類，凡果皮常多漿汁的，叫做肉果，例如桃、梅、葡萄等，凡果皮含水分不多或很乾燥的，叫做乾果，其中有在成熟後，果皮裂開而使種子飛散的，叫做裂果，如蒴果、大豆等是；有在成熟後果皮不裂開，種子始終包藏在裏面的，叫做閉果，如小麥、粟等是。今更將各種普通的肉果和乾果分述於下。

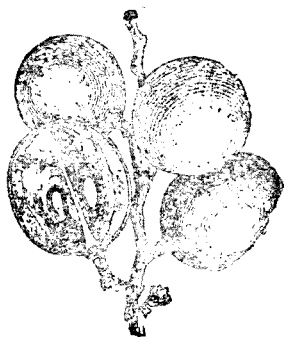


圖 119. 漿果 (葡萄)

(1) 漿果 中果皮與內果皮變

成柔軟多汁的部分，種子數極多，有堅韌的種皮，例如葡萄、橘、胡瓜等。（橘的漿果又有特稱為柑果的；胡瓜、西瓜等的漿果又有特稱為瓠果的。）

(2) 核果 果實中祇有一個種子，不開裂，外果皮變成表

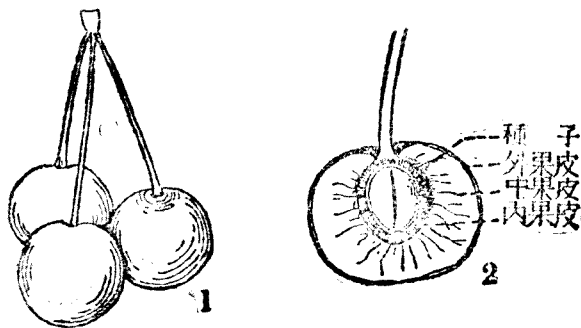


圖 20. 核果(櫻桃) 1. 外形 2. 縱剖面

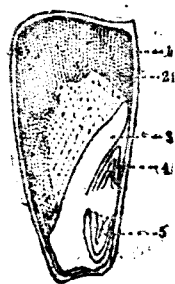


圖 22. 果 一、玉蜀黍(縱剖面)

1. 果皮與種皮的合生層 2. 胚乳 3. 子葉
4. 胚芽 5. 胚根 二、稻(外形)

圖 21.

皮，中果皮肉質，內果皮堅硬成核，例如桃、海杏、棗、橄欖、櫻桃等。

(3) 瘦果 的果實小，有一個種子，果皮乾燥不易開

裂，例如向日葵(瘦果、向日葵)、蕎麥、紫蘇等的果實。

(4) 穎果 果實小，有一個種子，乾燥不開裂，果皮與果皮併合不能分離，例如稻、大麥、小麥、玉蜀黍等。

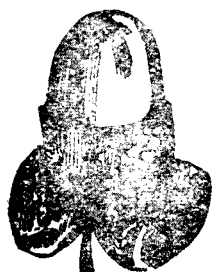


圖 13. 穎果(稻)

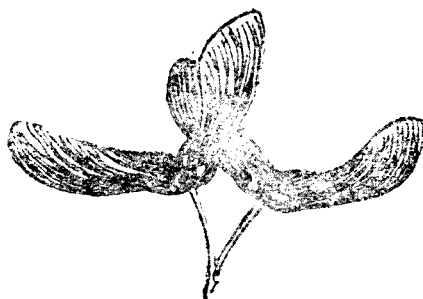


圖 2. 翅果(槭)

(5) 堅果 果實中有一個種子，果皮與花萼合併，堅硬，不開裂，例如栗、櫟、櫛、榛等。

(6) 翅果 果實乾燥而不開裂，有一個或二個種子，果皮延長成翅狀，例如楓楊、槭、榆、樺等的果實。



圖 15. 莢(豌豆)

(7) 莢 果皮乾燥時開裂，種子一個至數個，係着生於果皮的內縫線上，成熟時，內外二縫線裂開，例如豆類的果實。

(8) 角果 果實成熟時乾燥，沿中間隔膜處開裂，種子多數，例如雲苔、芥菜等的果實。

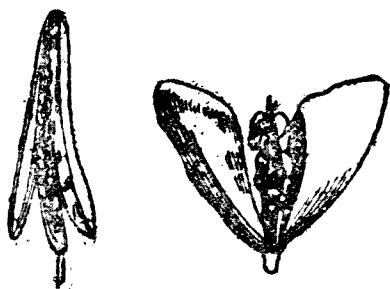


圖 126. 角果 左, 長角(雲蓋) 右, 短角(齶)

(9) 蒴果 果實成熟時乾燥而開裂, 或縱裂或橫裂, 種子

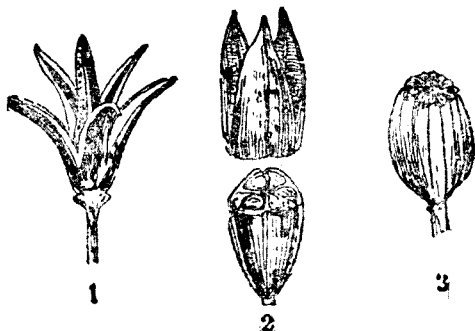


圖 127. 蒴果 1. 石南 2. 蕪尾 3. 罌粟(示各種裂開的方法)

甚多, 例如蕪尾、百合、牽牛花、馬齒莧等。

(10) 梨果 肉質可食的部分係花托所變成, 果皮極薄, 爲花托所包藏, 屬於假果, 例如蘋果、枇杷、山楂、梨等。

(11) 聚合果 許多小瘦果聚生於一個膨大的花托上，是由離生大蕊和花托發育而成，也屬假果，例如草莓。

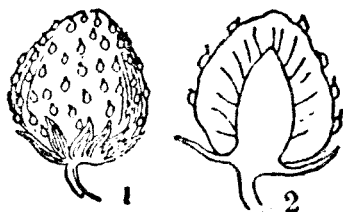


圖 128. 聚合果(草莓) 1.外形 2.縱剖面

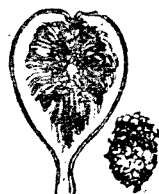


圖 129. 無花果
左. 隱花果(無花果)
右. 桑果(桑)

多花果的種類 多花果也有好幾種，都是假果。主要的有桑果和隱花果。桑果由簇生在一花軸上的花全體發育而成，如桑和波羅蜜等的果實是。隱花果由一種所謂隱頭花序變成，多數小果包圍於囊狀總花托中，例如無花果的果實是。

(三) 果實的應用

1. 食用 果實於人類的應用上，以食用為最重要。普通果品，都屬肉果，果皮中含有許多養料，如糖分、澱粉、和蛋白質等，此外還含有維他命，都是人類營養上很重要的成分。這類果實或者可以做菜吃，如茄、和瓜等，或者於飯後生食，可以助消化、如橘、蘋果、梨、桃等水果都是。

2. 釀酒 果實富於糖質的，吾人可利用釀母菌的發酵作

用，用製造各種美酒，例如用葡萄做葡萄酒便是，此外如蘋果、櫻桃、桑果等也可以釀酒。

3. 藥用 許多果實含有特殊成分可做藥用，例如茴香、柑、橘的果實，可充健胃消痰劑。罌粟的果實，在未成熟時，割取其乳狀的汁液，曬乾即成鴉片，可製嗎啡，充麻醉藥品，但鴉片有毒，如用做嗜好品，吸食成癮，必至損傷身體，為害甚大。

4. 觀賞 許多果實因為有色有香，可供吾人觀賞，如佛手、檸檬、香椽、木瓜、苦瓜等。

練習問題

1. 何謂果實？果實是由何物變成的？
2. 果實的構造怎樣？能舉例說明否？
3. 什麼叫真果？什麼叫假果？試各舉二例。
4. 閉果與裂果有何區別？試舉例說明。
5. 乾果與肉果有何區別？試舉例說明。
6. 什麼叫單花果？什麼叫多花果？試各舉例說明。
7. 漿果、核果、與堅果有何分別？試各舉一例來說明。
8. 向日葵與小麥的果實有何區別？
9. 莢、角、與蒴有何分別？能舉例說明否？
10. 聚合果與多花果根本不同之點在那裏？
11. 果實於植物的本身有何功用？
12. 果實與吾人有何關係？
13. 試就本章所述，作一提要。

第八章 種子

精子與卵配合以後，胚珠就演發而成爲種子。高等植物無論是一年生的或多年生的，大都要產生種子，以維持其種族的永存，所以種子在植物的繁殖上占極重要的地位。

(一) 種子的構造

種子的大小和形狀，有種種的不同，但是牠們的構造，卻是大致相同的，外部有或厚或薄的皮，叫做種皮；內部有充實的肉質，叫做種仁。

種皮 種皮可分內外兩層，外種皮質地較硬，被

在外部，是由外珠皮所變成的。外種皮的表面，有時生

有毛茸，便於散播，例如草棉。有的留着種子脫離的痕跡，叫做種臍。內種皮極薄弱，附着於外種皮的內面，是由內珠皮變成的。

種仁 種仁占種子的大部分，通常完全由胚而成，但有些種子除胚以外還含有胚乳。

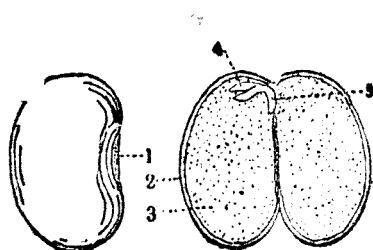


圖 130. 豆的種子

1. 種臍 2. 種皮 3. 子葉 4. 胚芽 5. 胚軸

1. 胚 胚是由受精卵分裂而成，但尚未成長的幼植物，可分胚軸、胚芽、與子葉三部。胚軸是胚的主軸，將來上端長成新植物的莖，下端即長成新植物的根，叫做幼根。胚芽着生在胚軸的頂端，當萌發時就長成新植物的枝葉。子葉着生在胚軸上，通常只有一個或二個，有一個子葉的植物叫做單子葉植物，如百合、稻、麥、和玉蜀黍等；有二個子葉的植物叫雙子葉植物，如桃、李、豆類、和瓜類等。

2. 胚乳 胚乳是種子中貯藏養分的組織，其所含的養分

有澱粉、糖類、蛋白質和脂肪等，都是預備將來供胚發育時之用的。凡是含有胚乳的種子，叫做有胚乳種子，如稻、麥、柿等。不含胚乳的種子，叫做無胚乳種子，如豌豆、栗等。無胚乳的種子所需要的養分，都貯藏在子葉中，所以牠

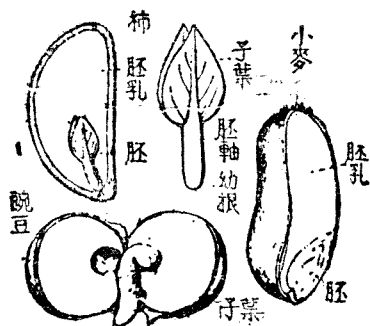


圖 131. 有胚乳種子與無胚乳種子

們的子葉都特殊肥厚而多肉。

(二) 果實與種子的散播

種子成熟後，任其自然落在母植物的下面，將來萌發後，長

成新植物，勢必互相擁擠，枝葉不能繁盛，而且日光、和水分、養料不能充分獲得，必因營養不足，發育不良，終至枯萎而死。所以已經成熟的種子，須得散播四方，始可使個體發達，種族旺盛。種子散播的方法，大概可分下列數種：

1. 自力 此種方法不必藉外力，果實自己能散播種子，但

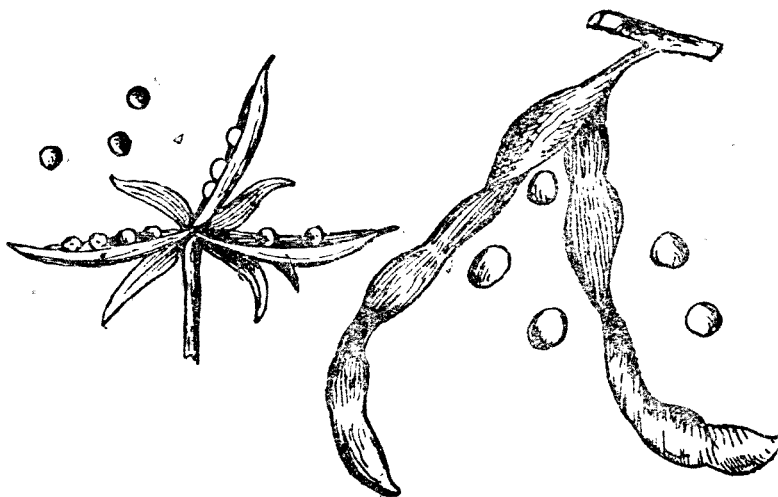


圖 152. 由果皮裂開而散播種子的果實 左. 莖菜 右. 豆類

不能散播到遠方。例如各種裂果，至種子成熟的時候，果皮即突然開裂，將種子放射散出，常見的莖菜、鳳仙、以及數種豆科植物，都是利用這種方法來散播的。

2. 水力 此種果實體比水輕，能浮在水面，構造極堅固，水

不能浸入內部，隨水漂流，散傳遠方，停流在泥上，環境適合時能萌發，長成新植物，例如蓮與椰子。

3. 風力 果實或種子的上面生有容受風力的工具，因之能傳送到他處，構造各有不同，或頂上生翅，例如 圖 33. 藉水力散播的果實(蓮)胡鬼子；或開張像翼，例如槭與楓楊；或頂上生有叢毛，例如蒲公英；或花柱變成羽毛狀，附着在果實的頂端，例如鐵線蓮；或種子上生有許多長而細的纖維，例如木棉、柳等。

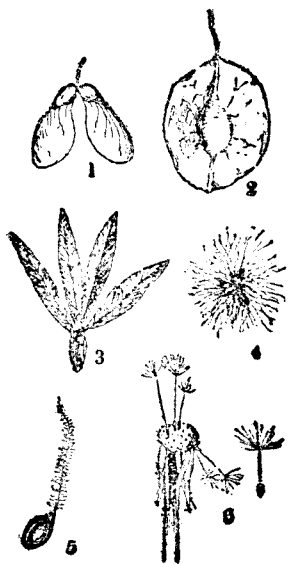
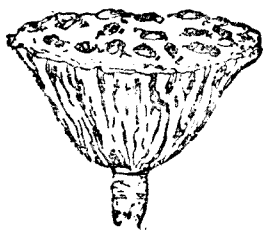


圖 34. 藉風力傳播種子的果實
1. 楓楊 2. 蛇麻 3. 胡鬼子
4. 草蓊 5. 鐵線蓮 6. 蒲公英

4. 動物力 果實的表面，有突起的鉤刺，或能分泌黏液，附着人類的衣服、器具、與動物的毛羽上，藉以帶往他處，例如牛膝、竊衣、鬼鍼草、莖耳、胡蘿蔔等都生有鉤刺，鼠尾草的果實，海桐的種子，外面能分泌黏液，還有果皮或種子變成肥厚的肉質，可供人類或動物食用，藉以傳播於遠方的。此種果實大都內果皮或種皮

4. 動物力 果實的表面，有突起的鉤刺，或能分泌黏液，附着人類的衣服、器具、與動物的毛羽上，藉以帶往他處，例如牛膝、竊衣、鬼鍼草、莖耳、胡蘿蔔等都生有鉤刺，鼠尾草的果實，海桐的種子，外面能分泌黏液，還有果皮或種子變成肥厚的肉質，可供人類或動物食用，藉以傳播於遠方的。此種果實大都內果皮或種皮

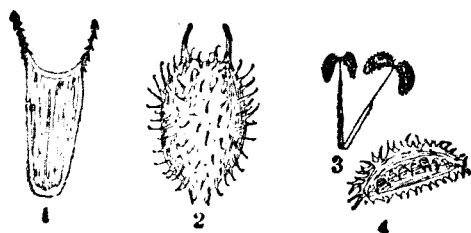


圖 135. 藉動物散播的果實

1. 鬼蠟草 2. 蒼耳 3. 竊衣 4. 胡蘿蔔

構造堅強，雖經動物吞食，種子不能消化，仍可隨糞排出體外，例如桃、梅、柑、柿、石榴、櫻桃等。

(三) 種子的萌發

種子中胚的生活力很強，但外界環境不適合時，能持久休眠，其時期因植物種類而異，自數日以至數年不等。種子經過一定的休眠時期以後，如遇有適宜的環境，即行萌發。所謂適宜的環境，就是要有適量的水、相宜的溫度、和充分的氧，三者缺一，種子便不能萌發。

種子萌發時的情形，先由外界吸收大量的水，胚和胚乳逐漸膨脹，種皮因而破裂，同時細胞中發生酵素，使胚乳或子葉裏的澱粉或脂肪消化，而溶解於水中，然後輸送到生長的部分作為養料，以造成新的組織，結果植物體漸漸長大，胚軸下端先伸出種皮，向地心生長而成根。隨後胚

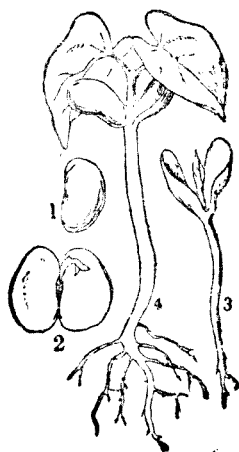


圖 136. 豌豆的萌發

1. 2. 去除種皮之豆，顯示胚體尚未萌發之狀。
3. 幼植物，子葉變薄，莖頂生葉
4. 比較的略大，新葉開展發生許多枝根。



137. 南瓜種子的萌發 胚體脫離種皮而出，長發為幼植物，子葉開展 莖頂正在發生新葉。製造養料，而得以繼續生長了。

(四) 種子的應用

吾人每日需要營養料來維持生活，營養料不外澱粉、脂肪與蛋白質等。許多植物的種子，都含有這些營養料，而且含量很豐富，所以種子和人



圖 39. 粟(稻)的解剖

生有極大的關係，今分別略述如下：

軸上端和子葉也脫出種皮，胚芽即向上生長而成枝葉，子葉或伸出地上而展開於空中，或留在地下而逐漸枯萎。當子葉或胚乳中的養料漸次用完時，新植物自己即能獨立

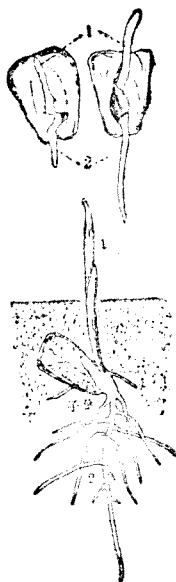


圖 18. 玉蜀黍種子的萌發 (1. 芽 2. 根(子葉不能脫離種子隨莖上升))

澱粉 吾國以米、麥爲吃食的大宗，因爲米、麥中含有多量澱粉的緣故。此外玉蜀黍、高粱亦屬重要食糧。這類種子除供食用外，還可做釀酒的原料。我國通用糯米爲原料製成米酒，以大麥爲原料製成麥酒。還有各種燒酒亦由米、麥、高粱、玉蜀黍等經發酵作用而製成。

蛋白質 蛋白質在豆類植物種子中含量最多，在米的胚乳與麥的麩皮中亦含有少許。我國人以白米爲上品，實則最滋養的一層已被磨去，對於營養價值減小不少。豆類是蛋白質的原料，除普通取食豆類外，常製造種種含蛋白質的食用品，如豆腐、豆汁、豆腐皮等。

脂肪 種子中含有脂肪極多的，如大豆、落花生、雲薑、蓖麻、胡麻、草棉、油桐等。由大豆製出的豆油，胡麻製出的麻油，雲薑製出的菜油，落花生製出的花生油，草棉製出的棉子油，都可供食用，蓖麻油可供藥用，桐油在工業上極爲重要。

此外，如棉纖維爲世界最重要的紡織原料，也是從種子上採得的。

練習問題

1. 什麼叫種子？種子與果實有何區別？
2. 種子怎樣構成的？
3. 種皮爲何物所變成？
4. 什麼叫胚？怎樣構成的？

5. 種子萌發時，胚的養料從何而來？
6. 什麼叫無胚乳種子？試舉例說明。
7. 果實或種子的散播有何必要？
8. 果實或種子散播的方法有那幾種？
9. 果實如何能藉水力傳播到各處？試舉一例。
10. 果實或種子如何能藉風力傳送到各處？試舉例說明。
11. 果實或種子怎樣能得到人類及動物等散播？試舉例說明。
12. 適宜於種子萌發的要件是什麼？
13. 種子萌發時，胚的各部有何變化？
14. 種子中含有何種養料？能分別說明否？
15. 種子與人生有何關係？
16. 試就本章所述，作一提要。

中西名詞對照表

一 畫

- 一年生植物 Annual plant, 18.
 一年生根 Annual root, 18.

二 畫

- 二年生植物 Biennial plant, 19.
 二年生根 Biennial root, 19.
 二氧化碳 Carbon dioxide, 39.
 二強小蕊 Bilynamous stamen, 88.
 二體小蕊 Diadelphous stamen 89.
 人工繁殖 Artificial propagation, 54.
 十字形花冠 Cruciform corolla, 8.

三 畫

- 土壤 Soil, 28.
 小葉 Leaflet 60.
 小蕊 Stamen, 87.
 小蕊花 Staminate flower, 85.
 大蕊 Pistil, 89.
 大蕊花 Pistilate flower, 85.
 大小蕊同株 Monoecious, 85.
 大小蕊異株 Dioecious, 85.
 子房 Ovary, 89.
 子房上位花 Superior flower, 91.
 子房下位花 Inferior flower, 91.
 子房周位花 Perigynous flower, 91.
 子葉 Cotyledon, 112.
 子細胞 Daughter cell, 8.

四 畫

- 分化 Differentiation, 10.

- 木栓組織 Cork tissue, 13.
 木栓層 Cork layer, 25.
 木栓形成層 Cork cambium, 49.
 木質根 Woody root, 18.
 木質部 Xylem, 25.
 木質纖維 Wood fiber, 25.
 木本植物 Woody plant, 36.
 木質莖 Woody stem, 33.
 水生根 Water root, 22.
 水孔 Water pore, 77.
 水媒花 Hydrophilous flower, 97.
 支根 Lateral root, 16.
 支撐根 Prop root, 19.
 支脈 Lateral vein, 62.
 元素 Element, 30.
 中柱 Central cylinder or stele, 25.
 中軸胎座 Axile placenta, 99.
 中果皮 Mesocarp, 101.
 內皮 Endodermis, 24.
 內果皮 Endocarp, 101.
 內種皮 Endopleura, 108.
 心材 Heart wood, 59.
 心皮 Carpel, 89.
 毛細管引力 Capillarity, 52.
 不完全葉 incomplete leaf, 60.
 不完全花 Incomplete flower, 85.
 不整齊花 Irregular flower, 85.
 互生 Alternate, 63.
 互生葉 Alternate leaf, 63.
 牙齒 Dentate margin, 61.

五 畫

生長 Growth, 31.
 生長組織 Meristem, 11.
 生長點 Growing point, 22.
 生殖器官 Reproductive organ, 14.
 主根 Main root, 16.
 主幹 Trunk or Main stem, 37.
 主脈 Main vein, 61.
 皮層 Cortex, 21.
 皮孔 Lenticel, 24.
 永久部 Permanent region, 23.
 冬芽 Winter bud, 44.
 平行脈 Parallel vein, 62.
 平頂總狀花序 Corymb, 92.
 四強小蕊 Tetrodynamous stamen, 88.
 外果皮 Epicarp, 101.
 外種皮 Epispem, 108.
 幼根 Radicle, 109.

六 畫

色素體 Plastids, 8.
 多細胞毛 Multicellular hair, 69.
 多細胞植物 Multicellular plants, 6.
 多年生植物 Perennial plant, 19.
 多年生根 Perennial root, 19.
 多花果 Polythalamie fruit, 106.
 成熟部 Maturation region, 23.
 向地性 Geotropism, 32.
 向水性 Hydrotropism, 32.
 向光性 Positive phototropism, 51.
 向氣性 Thigmotropism, 51.
 地上莖 Aerial stem, 41.
 地下莖 Subterranean stem, 40.
 年輪 Annual ring, 49.
 肉芽 Fleshy bud, 45.
 肉果 Fleshy fruit, 102.
 托葉 Stipules, 69.

全緣 Entire margin, 61.
 羽狀複葉 Pinnately compound leaf, 60.
 羽狀脈 Pinnate vein, 62.
 光合作用 Photosynthesis, 71.
 合片萼 Gamosepalous calyx, 83.
 合瓣花冠 Gamopetalous corolla, 87.
 合生小蕊 Coherent stamen, 89.
 合生大蕊 Synacarpous pistil, 89.
 舌狀花冠 Ligulate corolla, 87.
 有限花序 Definite Inflorescence, 91.
 有胚乳種子 Albuminous seed, 109.
 自花傳粉 Close pollination, 94.
 自體受精 Self-fertilization, 98.

七 畫

形成層 Cambium, 25.
 延長部 Elongation region, 23.
 吸收作用 Absorption, 26.
 吸水力 Suction force, 53.
 完全葉 Complete leaf, 60.
 完全花 Complete flower, 65.
 卵 Egg-cell, 98.
 卵形 Ovate, 60.
 角果 Siliques silicle, 104.

八 畫

附着根 Climbing root, 20.
 空氣 Air, 36.
 肥料 Fertilizer, 30.
 呼吸作用 Respiration, 73.
 呼吸熱 Respiration warm, 75.
 芽 Bud, 43.
 枝 Branch, 42.
 花 Flower, 83.
 花芽 Flower bud, 44.
 花葉 Floral leaf, 67.

花青素 Anthocyan, 79.
 花冠 Corolla, 88.
 花萼 Calyx, 88.
 花被 Perianth, 84.
 花瓣 Petal, 87.
 花絲 Filament, 87.
 花藥 Anther, 87.
 花粉 Pollen, 85.
 花粉管 Pollen tube, 98.
 花柱 Style, 89.
 花梗 Peduncle, 91.
 花托 Receptacle, 91.
 花序 Inflorescence, 9.
 長度生長 Longitudinal growth, 48.
 直徑生長 Thickness growth, 48.
 直出脈 Straight vein, 6.
 直生胚珠 Orthotropous ovule, 9.
 兩被花 Dichlamydeous flower, 55.
 兩蕊花 Bisexual flower, 8.
 受精作用 Fertilization, 97.
 果實 Fruit, 101.
 果皮 Pericarp, 101.

九 畫

染色質 Chromatin, 8.
 表皮組織 Epidermal tissue, 68.
 表皮 Epidermis, 24.
 厚壁組織 Sclerenchyma, 12.
 厚角組織 Collenchyma, 12.
 保護組織 Protective tissue, 12.
 保衛細胞 Guard cell, 68.
 保溫瓶 Thermos bottle, 75.
 砂土 Sand soil, 29.
 背光性 Negative phototropism, 33.
 背地性 Negative geotropism, 51.
 匍匐莖 Creeping stem, 59.

扁平莖 Caloder, 4.
 苞葉 Bracteal leaf, 67.
 食蟲植物 Insectivorous plant, 67.
 食物 Food, 70.
 柵狀組織 Palisade tissue, 70.
 柱頭 Stigma, 89.
 柑果 Hesperidium, 103.
 胎座 Placenta, 90.
 室 Loculi, 90.
 胚 Embryo, 109.
 胚珠 Ovule, 89.
 胚囊 Embryo-sac, 89.
 胚囊核 Embryo-sac nucleus, 98.
 胚乳 Endosperm albumen, 102.
 胚芽 Plumule, 109.
 胚軸 Hypocotyle, 109.
 風媒花 Anemophilous flower, 93.

十 畫

原生質 Protoplasm, 7.
 核膜 Nuclear membrane, 8.
 核液 Nuclear sap, 8.
 核仁 Nucleolus, 8.
 核果 Drupe, 103.
 根 Root, 16.
 根毛 Root hair, 22.
 根毛部 Region of root-hair, 23.
 根冠 Root cap, 22.
 根狀莖 Rhizome, 41.
 根壓力 Root pressure, 52.
 草質根 Herbaceous root, 18.
 草質莖 Herbaceous stem, 36.
 草本植物 Herbaceous plant, 36.
 氣生根 Aerial root, 21.
 氣孔 Stoma, 68.

氣泡計算法 Bubble counting method, 72.

氧 Oxygen, 90.

夏芽 Summer bud, 44.

射髓 Medullary ray, 58.

射出脈 Radiating vein, 62.

珠芽 Bulbil, 54.

珠心 Nucellus, 89.

珠孔 Micropyle, 89.

珠皮 Integument, 89.

珠柄 Funiculus, 90.

缺刻 Incision margin, 61.

針形 Acerose, 60.

捕蟲葉 Insect-catching leaf, 66.

海綿組織 Spong tissue, 70.

脂肪 Fat, 114.

酒精 Alcohol, 71.

能 Energy, 72.

能量 Energy, 74.

唇形花冠 Labiate corolla, 87.

粉囊 Pollen-sac, 88.

側生胚珠 Anatropous ovule, 91.

實果 True fruit, 101.

翅果 Samara, 104.

桑果 Sorosis, 106.

十一畫

細胞 Cell, 6.

細胞壁 Cell wall, 7.

細胞液 Cell sap, 6.

細胞質 Cytoplasm, 7.

細胞質膜 Cytoplasmic membrane, 8.

細胞核 Nucleus, 8.

細胞分裂 Cell division, 8;

液胞 Vacuole, .

蛋白質 Protein, 7.

組織 Tissue, 10.

寄生植物 Parasitic plant, 20.

寄生根 Parasitic root, 20.

氫 Hydrogen, 80.

莖 Stem, 35.

莖卷鬚 Stem tendril, 39.

莖針 Stem thorn, 39.

球莖 Corm, 41.

頂芽 Terminal bud, 43.

側芽 Lateral bud, 43.

側出脈 Transverse vein, 62.

側葉胎座 Parietal placenta, 90.

被芽 Protected bud, 44.

基本組織 Fundamental tissue, 47.

接木 Grafting, 54.

淺波 Rugose margin, 61.

深波 Sinuate margin, 61.

動能 Kinetic energy, 73.

排水現象 Guttation, 76.

常綠樹 Evergreen tree, 79.

假果 Pseudocarpous fruit, 102.

乾果 Dry fruit, 102.

閉果 Indehiscent fruit, 102.

莢 Leguma, 104.

梨果 Pome, 105.

十二畫

植物 Plant, 1.

植物學 Botany, 2.

植物形態學 Plant morphology, 3.

植物生理學 Plant physiology, 3.

植物分類學 Taxonomy or Systematic botany, 3.

葉 Leaf, 59.

葉綠素 Chlorophyll, 8.

葉綠體 Chloroplast, 8.

葉狀莖 Phylloclades, 40.
 葉序 Cycle, 63.
 葉痕 Leaf scar, 42.
 葉芽 Leaf bud, 44.
 葉片 Blade or Lamina, 19.
 葉柄 Petiole, 19.
 葉枕 Pulvinus, 78.
 葉脈 Vein, 61.
 葉緣 Leaf-margin, 61.
 葉尖 Leaf-apex, 62.
 葉基 Leaf-base, 62.
 葉卷鬚 Leaf tendril, 64.
 葉針 Leaf thorn, 67.
 葉肉 Mesophyll, 69.
 無色體 Leucoplast, 8.
 無被花 Achlamydeous flower, 87.
 無限花序 Indefinite inflorescence, 9.
 無胚乳種子 Exalbuminous seed, 116.
 單細胞毛 Unicellular hair, 69.
 單細胞植物 Unicellular plant, 6.
 單葉 Simple leaf, 60.
 單被花 Monochlamydeous flower, 85.
 單性花 Unisexual flower, 85.
 單體小蕊 Monodelphous stamen, 85.
 單大蕊 Simple pistil, 85.
 單花 Solitary, 91.
 單花果 Monothalamic fruit, 102.
 單子葉植物 Monocotyledons, 45.
 貯藏根 Storage root, 19.
 韌皮部 Phloem, 25.
 韌皮纖維 Bast fiber, 25.
 氮 Nitrogen, 30.
 硫 Sulfur, 30.
 喬木 Tree, 37.
 腋芽 Axillary bud, 44.
 混合芽 Mixed bud, 44.

插枝 Cutting, 54.
 森林 Forest, 56.
 掌狀複葉 Palmately compound leaf, 63.
 掌狀脈 Palmate vein, 62.
 筒狀花冠 Tubular corolla, 87.
 異花傳粉 Cross pollination, 97.
 異體受精 Cross fertilization, 98.
 裂果 Dehiscent fruit, 102.
 瓠果 Pepo, 102.
 堅果 Nut, 107.

十三畫

圓錐根 Tap root, 17.
 圓形 Orbicular, 60.
 鉀 Potassium, 30.
 鈣 Calcium, 30.
 塔式 Excurrent, 37.
 塊莖 Tuber, 41.
 葡萄糖 Glucose, 72.
 落葉樹 Deciduous tree, 79.
 葇荑花序 Catkin, 91.
 碘 Iodine, 71.
 傳粉作用 Pollination, 97.
 裸芽 Naked bud, 44.
 睡眠運動 Sleeping movement, 78.

十四畫

管胞 Tracheid, 17.
 綠色組織 Chloenchyma, 1.
 綠皮層 Green Layer or Phellodermis, 6.
 維管束 Vascular bundle, 17.
 維管束鞘 Pericycle, 16.
 滲透 Osmosis, 26.
 腐植土 Humus, 29.
 碳 Carbon, 30.
 網狀脈 Reticular vein, 61.

對生 Opposite, 63.
 對生葉 Opposite leaf, 64.
 蒸發作用 Transpiration, 75.
 萼片 Sepal, 87.
 漏斗狀花冠 Infundibuliform corolla, 87.
 聚藥小蕊 Syngenesious stamen, 89.
 聚繖花序 Cyme, 92.
 聚合果 Aggregate fruit, 106.
 複葉 Compound leaf, 60.
 複大蕊 Compound pistil, 89.
 複總狀花序 Compound raceme, 92.
 複繖形花序 Compound umbel, 92.
 精子核 Sperm nucleus, 97.
 種子 Seed, 101.
 種皮 Spermoderm, 108.
 種仁 Kernel, 108.
 種臍 Hilum, 108.
 瘦果 Achene, 102.
 蒴果 Capsule, 105.
 酵素 Enzyme, 112.

十五畫

膠體 Colloid, 7.
 節 Node, 42.
 節間 Internode, 42.
 輪生 Verticillate, 64.
 輪生葉 Verticillate leaf, 64.
 熱能 Thermal energy, 75.
 蝶形花冠 Papilionaceous corolla, 87.
 漿果 Berry, 102.

十六畫

器官 Organ, 13.
 導組織 Conductive tissue, 11.
 導管 Tracheal tube, 12.
 機械組織 Mechanical tissue, 12.

篩管 Sieve tube, 12.
 隨生根 Adventitious root, 16.
 隨生芽 Adventitious bud, 44.
 樹皮 Bast, 42.
 澱粉 Starch, 112.
 澱粉鞘 Starch sheath, 42.
 鋸齒 Serracure margin, 61.
 整齊花 Regular flower, 81.
 橫生胚珠 Compylotropous ovule, 91.
 獨立中央胎座 Free central placenta, 90.
 頭狀花序 Capitulum, 92.
 穎果 Caryopsis; Grain, 104.
 壓條 Layering, 54.

十七畫

應用植物學 Economic botany, 3.
 醣類 Carbohydrate, 7.
 營養組織 Vegetative tissue, 11.
 營養器官 Vegetative organ, 14.
 黏土 Clay, 19.
 鎂 Magnesium, 30.
 總狀花序 Raceme, 9.
 穗狀花序 Spike, 92.
 隱花果 Syconus, 106.

十八畫

儲藏組織 Storage tissue, 11.
 擴散 Diffusion, 76.
 磷 Phosphorus, 10.
 微式 Deliquescent, 17.
 繖形花序 Umbel, 9.
 雙子葉植物 Dicotyledons, 109.
 蟲媒花 Entomophilous flower, 95.

十九畫

類脂體 Lipoid, 7.

- 攀援莖 Climbing stem, 18.
 邊材 Sap wood, 50.
 邊緣胎座 Marginal placenta, 90.
 離層 Abscission layer, 79.
 離萼片 Chorisepalous calyx, 83.
 離瓣花冠 Choripetalous corolla, 87.
 離生小蕊 Distinct stamen, 88.
 離生大蕊 Apocarpous pistil, 89.

二十畫

- 壤土 Loam, 19.

二十一畫

- 鐵 Iron, 10.
 灌木 Shrub, 37.

- 纏繞莖 Twining stem, 39.

二十二畫

- 鬚根 Fibrous root, 17.

二十三畫

- 纖維素 Cellulose, 2.
 纖維組織 Fibrous tissue, 12.
 顯微鏡 Microscope, 6.
 鱗莖 Bulb, 41.
 鱗葉 Scale leaf, 64.
 樹脂 Pitch,

二十四畫

- 鹽類 Salts, 6.

