

復興初級中學教科書

36  
001/14  
(4) 植物學

上 冊

童致稜 編 著  
胡先驕 校 訂

國民政府教育部審定

\*\*\*\*\*  
\* 按照新課程 \*  
\* 標準編訂 \*  
\*\*\*\*\*

BC

34.91

商務印書館發行

MG  
G634.91  
46

復興初級中學教科書

# 植<sup>出</sup>物<sup>×</sup>學<sup>丁</sup>

上 冊

童 致 稜 編 著  
胡 先 驢 校 訂



3 1773 4180 1

商務印書館發行

76693

## 編輯大意

(1) 本書編制，概照教育部最近公佈的初級中學課程標準植物學教材大綱。

(2) 本書共分十二章，前八章敘述高等植物的形態，生理，生態等，使學者對於植物的生活原理和繁殖方法有充分的了解。後四章敘述植物界的大概情形，使學者對整個的植物界有相當的認識。

(3) 本書於每章末端，（除第一章外）附有簡單的實驗，補充講授的不足，並引起學者自動研究的興趣。實驗除室內實習外，又注重野外觀察，以養成學者實地考察的習慣，並增加學者對自然界的認識。

(4) 本書於每一實驗中，又附有各種問題，使學者對實物發生疑問，以培養研究的能力，同時對於教本上所敘述的事實，與以複習。

(5) 本書中的實驗，概用五號字排印，教授

時可按學校的設備和環境情形，酌量去取，不必一一舉行。

(6) 本書除於本文中附註各項專名外，並於書末另附漢英名辭對照表，以供教員的參考。

中華民國二十二年編者誌。

# 植 物 學

## 目 次

### 上 冊

第一章 緒論	1
生物和非生物	1
動物和植物	3
植物學的分科	4
植物和人生	6
植物的分類	7
第二章 植物的基本構造	12
器官	12
組織	14
細胞	16
第三章 根	33
根的功用	33
根的種類	33

---

根的構造	36
吸收作用	43
土壤	46
根的變態	49
根的繁殖作用	55
根對刺激的反應	56
根和人生	58
第四章 莖	62
莖的功用	62
莖的形式	62
莖的外部形態	67
莖的內部構造	73
單子葉植物的莖	78
木質莖	80
水的上升	83
莖的變態	85
莖的繁殖作用	91
莖對刺激的反應	94

---

莖和人生.....	95
第五章 葉.....	101
葉的外形.....	101
葉脈的種類.....	105
葉的內部構造.....	107
植物的營養.....	111
水的蒸發.....	117
葉的變態.....	121
葉的繁殖作用.....	125
葉和人生.....	126

初級中學教科書

# 植 物 學

## 上 冊

### 第一章 緒論

#### 生物和非生物

自然界裏的一切物體，概括起來，可以分做有生命和沒有生命兩大類。有生命的叫做生物。沒有生命的叫做非生物。要辨別生物和非生物，先要知道生物的特質。

生物的特質有下列五種：

(1) 代謝作用 (metabolism) 生物時時刻刻需要能力去維持牠的生活。能力的來源，是由構成生命的物質起分解作用時所發生。物質分解以後變成廢物，所以一方面要有新的物質去補充。這樣老的物質逐漸消耗，新的物質繼續補

(南)

充，就叫做代謝作用。非生物不需要能力，所以也沒有代謝的作用。

(2) 生長 (growth) 生物都會生長，如樹如狗，初生時很小，後來慢慢地長大。而且生物的生長，是吸收無機物質變為自己軀體中有生命的複雜機構，不僅是增加體積而已。非生物如五金礦石，只能如結晶體增加體積而不會生長。

(3) 生殖 (reproduction) 生物不但會生長，並且到一定的時期，能產生和牠本身相似的小生物。非生物沒有生殖的機能。

(4) 適應 (adaptation) 生物受了一種刺激，就會發生相當的生理的反應，有時因生活的需要或環境的改變，就會變換牠的形式和構造去適應。這種現象非生物所沒有。

(5) 組織 (tissue) 一個生物是由許多小單位組成，這許多小單位，有很複雜很密切且一定的有機體組織。這種組織，亦是非生物所沒有。

凡是一種物質，同時具有以上五種性質的

就叫做生物。沒有的，就叫做非生物。研究生物界一切現象的學問叫生物學 (Biology)。

### 動物和植物

生物又可分做動物和植物兩類。區別如下：

(1) 營養方法的不同 大多數的植物有葉綠素，能夠自己製造食物，用的原料都是沒有生命的物質，叫做無機物，如二氧化碳，水等。動物沒有葉綠素，不能自己製造食物，要用有機物當做食物。

(2) 運動力的不同 植物的食物，既由自己製造，所需原料隨處都有，所以植物大都用不着移動軀幹。動物用其他的生物做食料，一定要到各處找尋，所以動物大都會走動。

(3) 感覺力的不同 植物沒有神經，對於感覺不很靈敏，對於刺激的反應也不很顯著。動物具有神經，對於刺激的感應，很明顯靈敏。

(4) 細胞構造的不同 細胞是構成生物體的最小單位。植物的細胞，最外面有一層很顯著的

細胞壁，細胞壁是細胞分泌的物質，是沒有生命的纖維質，所以植物細胞在形式上很少變化。動物的細胞沒有堅韌的細胞壁，形式上的變化較大。

以上所舉四條，都是就高等的動植物來區別，每條都有很多的例外，如茅膏菜，豬籠草用昆蟲做食物，含羞草有靈便的感覺，至於低等的動植物，更難區別，如眼蟲，團藻等，兼有動植物的性質，大概動植物最初的來源相同，因為所處的環境不同，後來漸漸進化到動物和植物。

### 植物學的分科

凡是研究植物界中一切現象的科學叫做植物學 (Botany)。植物界的現象，非常複雜，而人類一生的精力有限，不能把所有的現象，都作詳細的研究，所以為研究上便利起見，植物學又分做許多科目。

(1) 植物分類學 (Plant Taxonomy) 專門研究植物的類別，對每一種植物，都定一科學名

詞，作一確切的形容，在各種植物中，把關係較密的，歸入一類，且按其形態以究其親緣關係。

(2) 植物形態學 (Plant Morphology) 專門研究植物的形態和構造。形態學又可再分：研究外部形態者為外部形態學。研究內部構造的叫解剖學。研究細胞的構造的叫細胞學。研究個體發長的叫發生學。研究決定形式和構造的原因的叫實驗形態學。

(3) 植物生理學 (Plant Physiology) 專門研究植物的營養，生長，運動，等現象，並且用物理化學的原理去解釋。植物生態學亦是生理學的一種，專門研究植物和環境的關係，如對土壤溫度濕度陽光以及其他動植物所發生的各種關係。植物在地球上的分佈，亦屬生態學的範圍。此外又有古植物學，專門研究已經絕跡的古代植物。經濟植物學，專門研究有用於人生的植物。普通植物學的範圍，就是把各種現象，作一個很簡單很普遍的研究。

## 植物和人生

植物學是研究植物界一切現象的科學，是一種純粹科學，專門探討植物界的真理。但是對於人生，直接和間接都有密切的關係。

人類的衣食住行種種，沒有一端不是直接地或間接地取給於植物界的。論衣，棉麻固是植物，蠶絲有賴於桑葉，間接出於植物，羊毛取自羊身，羊也要拿植物營養。論飲食，五穀，蔬菜，菸，酒，茶葉，及各種藥材燃料，也都是植物。至於房屋用具，舟車器械，依賴於植物的很多。此外如森林可以防災荒，調節氣候，細菌足以致疾病，和人生也有密切的關係。

植物不僅在物質方面對人生有很大的影響，在精神方面，也同樣有牠的不可磨滅的貢獻。尤其是在機械文明發達，都市生活擴大化的現代社會，植物在自然界的力量，是可以左右人類的精神生活的。如風和日暖的天氣，燦爛繽紛的花朵，這大自然的和諧，使處身其間的人們，獲得

身心解放的無上愉快；一切世事的悲歡，生活的疲勞，也就滌蕩淨盡了。像這類情形，很足以用來說明植物具有陶冶性情修養身心的功能。他如無論在什麼公衆集會的場所，或私人住宅，花卉盆景，差不多成爲几案間不可缺少的一種點綴，其用意不僅在造成清麗幽雅的環境，而且可借此提高個人的審美觀念。凡此種種，都是植物影響及人類精神生活的例證。

人生需要於植物，既如此之大，我們對於植物界的大概狀況，植物的生活原理等，應當要有普遍的明瞭。

### 植物的分類

世界上的植物，已被人類發現的，約有三十餘萬種，爲研究便利起見，這許多植物，一定要先照進化的次序，親緣的遠近，把牠們分門別類。專門研究這種學問的，叫分類學，是研究植物學最基本的一種學問。

分類的方法，是觀察許多植物，把其中各種

重要構造完全相同的，屬於一種 (species)。在許多種植物裏，再檢重要構造相仿的，歸於一屬 (genus)。許多屬植物裏，形態構造相仿的，合爲一科 (family)。由科再合成目 (order)。由目再合成綱 (class)。許多綱合成門 (phylum)。許多門合成一個植物界 (kingdom)。例如桃在分類上的地位，有如下表：

門	種子植物門
綱	雙子葉植物綱
目	薔薇目
科	薔薇科
屬	桃屬
種	桃

植物的命名 每一種植物，都有一個科學名稱。一個名稱，包概二個字，第一個是植物的屬名，第二個是種名，這種命名的制度，叫做雙名制，所用的字，大都從拉丁文變化而來，世界上無論那一國所用的科學名稱，都是一樣，例如桃

的科學名稱叫 *Prunus persica*, *Prunus* 是屬名, *persica* 是種名, 兩個字連在一起, 就是桃的名稱。

植物界的四大門 世界上所有的植物, 共可分做四門: (1) 藻菌植物門, (2) 苔蘚植物門, (3) 蕨類植物門, (4) 種子植物門。

(1) 藻菌植物門 藻菌植物大都生在水裏或潮溼的地方, 是最下等的植物, 構造非常簡單, 沒有根莖葉的分別, 生殖都用孢子。藻菌植物又分做兩個亞門:

(一)藻類(Algae) 藻類植物都含有葉綠素, 能自己製造食物, 生長在淡水或海水裏, 一小部份生在潮溼的泥土上, 水綿昆布紫菜等, 都是藻類植物。

(二)菌類(Fungi) 菌類植物沒有葉綠素, 不能獨立生活, 一部份寄生在動植物的身體上, 一部份靠着動植物的屍體生活, 如細菌, 麴黴, 釀母菌, 香蕈等, 都是菌類植物。

(2) 苔蘚植物門 苔蘚植物大都生在多水或陰溼的地方，比藻菌類稍高等，性生殖器官的構造很複雜，營養體很小，沒有根，下等的蘚類是一片扁平的綠色組織，比較高等的有原始的莖和葉，生殖用孢子 (spore)。苔蘚植物也分做兩個亞門：

(一)蘚類 (liverworts) 營養體是一片扁平的綠色組織，不分葉和莖，沒有真根，如地錢是。

(二)苔類 (mosses) 營養體有葉和莖的分別，沒有真根，如土馬騮是。

(3) 蕨類植物門 蕨類植物又叫羊齒植物，植物體很顯著，有根莖和葉的分別，大都生在陸地上，有一小部份生在水裏，仍用孢子生殖，如石松，木賊，蕨，生在陸地上，滿江紅，槐葉蕨，生在水裏。

(4) 種子植物門 普通所見的樹木花草，多屬這一門，最大的特點，是用種子 (Seed) 生殖。

這一門植物又分做兩亞門：

(一)裸子植物 比較低等，種子完全暴露在  
外面，如蘇鐵，銀杏，松，杉，麻黃，等類是。

(二)被子植物 比較高等，種子包在子房  
裏，花分花萼，花冠，小蕊，和大蕊四部。被子  
植物又因種子，葉，莖，花，等構造的不同，而  
分做單子葉和雙子葉兩綱。桃，李，等類屬雙子  
葉植物；稻，麥，百合，芭蕉等類屬單子葉植物。

種子植物是植物界裏最高等最繁盛的一門，  
和人類的關係最密切，本書所述關於植物的形態  
生理等現象，多偏重於種子植物。

## 第二章 植物的基本構造

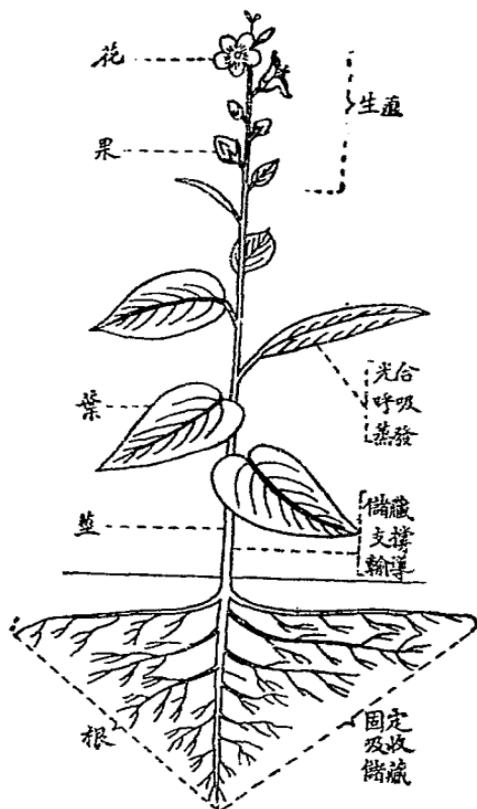
### 器官

普通所常見的植物，雖有各種不同的形式，但是細細的分析，每一植物，都可以分做根，莖，葉，花，果實，和種子六部份，每一部份都有特別的構造和機能，各部份互相合作，維持整個植物的生命。這樣每一部份，就叫做器官 (organ)。根莖葉的功用，是維持個體的生活，統稱叫營養器官 (vegetative organ)。

根通常多生在泥土中，牠的功用有二：(一)使植物在地面上的部份，能固定直立在空氣中。(二)吸收土壤中的水份，和溶解在水中的礦物質，輸送到莖裏。植物的根，也有儲藏食物的功用。

莖通常多生在空氣裏，牠的功用有四：(一)把由根中所送到的水份和溶解的礦物質，繼續輸送到葉裏去。(二)把葉展開在空氣裏，使每一個

第五圖



植物的器官和器官的主要功用

葉都能接受充分的陽光。(三)把葉裏已經造成的食物，輸送到植物體的各部份。(四)長期或短期的儲藏食物。此外有少數植物的莖，發生變態，

而做其他的工作，詳細的情形，在論莖時討論。

葉著生在莖上，主要功用是製造食物。蒸發和呼吸，在葉裏特別顯明。

花，果實，和種子的功用，是產生新植物，維持種族的生命，統稱叫生殖器官 (reproductive organ)。花的功用是使精子和卵達到配合的目的。果實的功用是保護幼嫩的種子，和幫助種子的散佈。種子是新植物的胚胎，外面有種皮保護，到環境適合時，就萌發成新植物。

### 組織

把各種器官剖開，用顯微鏡觀察，可以看出是由許多組織構造而成，每種組織又有特別的構造和功用，許多組織的合作，就造成器官。

組織的種類，可依功用的不同，而分做五類：

(1) 生長組織 (meristematic tissue) 生長組織專管分生新組織，使植物能繼續生長。此生長分縱橫兩方面。向縱生長的生長組織，都在枝莖

和根的頂端。向橫生長的生長組織，在木質部和韌皮部的中間，叫做形成層 (cambium)。如植物枝莖的頂端受傷或剪去，植物就不能向縱生長。許多植物不能向橫生長的原因，就是枝莖中缺少形成層。

(2) 保護組織 (protective tissue) 保護組織都在植物體的表面，一方面防護外力的侵蝕，一方面有阻止體內水份向外失散的功用。保護組織又因構造和來源的不同，分做表皮組織 (epidermal tissue) 和木栓組織 (cork tissue) 兩種，木栓組織是後來生成的。

(3) 機械組織 (mechanical tissue) 機械組織的功用，是使植物堅韌而不易被風雪所摧折，這種組織在莖裏最多，因為莖直立在地面以上，又載有很多的枝葉，受風雪的摧折力也最大。機械組織，又因構造的不同，而分做厚角組織 (collenchyma) 和厚壁組織 (sclerenchyma) 兩種。

(4) 運輸組織 (conductive tissue) 運輸組

織，專管運輸水份，溶解的礦物質，和食物。是植物體內的交通機關。因功用和構造的不同，運輸組織又分做兩種：專門輸送水份和溶解的礦物質的叫木質部 (xylem)，專門輸送食物的叫韌皮部 (phloem)。

(5) 營養組織 (vegetative tissue) 營養組織分散在植物的各部，因構造和功用的不同，又分做綠色組織 (chlorenchyma) 和儲藏組織 (storage tissue) 兩種。綠色組織大都在葉裏，莖部的表面有時亦有。牠的功用是製造食物。儲藏組織散佈在植物的全部，有儲藏食物和水份的功用。

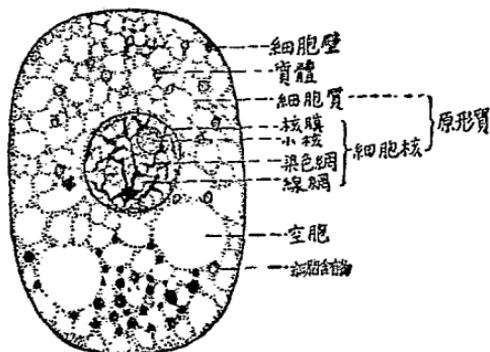
### 細胞

器官由於各種組織造成，組織又由更小的單位集合而成，這種最小的單位，叫做細胞 (cell)。細胞是造成植物的單位，和磚瓦是造成房屋的單位一樣。

細胞的構造，非常複雜；細胞的形式，變化很大；功用不同的細胞，牠們的構造和形式也就

不同。一個模式的細胞，是一個立方形或球形的物體，裏面主要的部份，有細胞壁 (cell wall)，原形質 (protoplasm)，和細胞含有物三種。

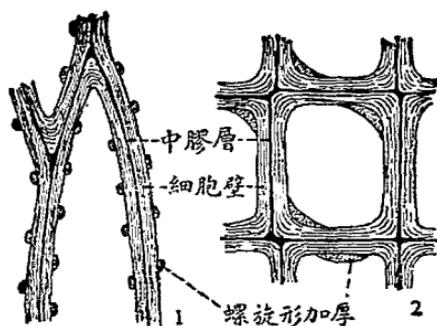
第 六 圖



模 式 細 胞 的 構 造

(1) 細胞壁 細胞壁是原形質的分泌物，沒有生命，包圍在原形質的四週。幼小的細胞，細胞壁很薄，後來細胞漸漸長大，細胞壁也逐漸加厚。後加的細胞壁的性質，和初生的不同，後生細胞壁多屬纖維質，對於人生有很多的關係，如棉花和麻，是人類衣服的原料，用做紡線和織布的纖維，就是後生的細胞壁。木材是製造房屋和

## 第 七 圖



管 胞 的 細 胞 壁  
1 縱切面 2 橫切面

器具的原料，裏面所含的完全是纖維質的細胞壁。人類不能消化纖維質，所以不能當做食料，但是許多家畜都有消化纖維質的能力，可以當做食物。纖維質又是製造炸藥，人造象牙，人造琥珀，以及人造絲的原料。

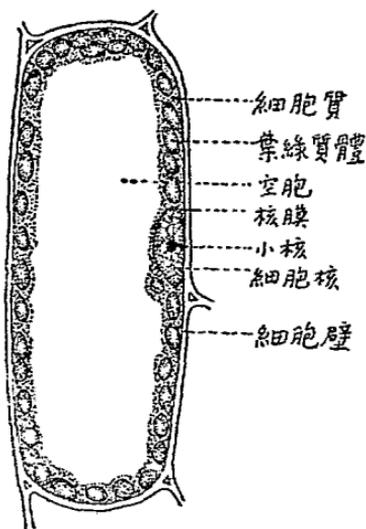
(2) 原形質 原形質是細胞中有生命的部份，是很複雜的膠體物，由水，蛋白質，脂肪，碳水化合物，以及鈣，鉀，和鎂的化合物混合而成。原形質又有細胞質 (cytoplasm) 和細胞核 (nucleus) 的分別：

細胞核 細胞核通常多是球形，在細胞的中央，管理細胞的一切動作，兼為遺傳的基礎，細胞失去細胞核，就不能生存。

核的最外層有核膜 (nuclear membrane)，核膜的裏面包含着一種液體叫核液 (nuclear sap)，核裏有網狀的物體叫核網 (nuclear net)，網上有很容易染色的物質叫染色質 (chromatin) 是遺傳的物質基礎。核裏常有一個或許多球形的物體，叫做小核 (nucleolus)，或叫核仁，牠的功用，現在還沒有確切的明瞭。

細胞質 除了細胞核以外的原形質，都叫細胞質。細胞質的構造，各人解釋不同：有人主張和網一樣，有人主張是線形的物體，有人主張是由許多微粒構

第八圖



葉裏的柵欄組織細胞

成，又有人主張由許多泡沫造成。用顯微鏡去觀察各種細胞，可以看見四種狀態都有，由此可以知道各種細胞質，並沒有一個普遍的共同的構造，可以因生活的需要而改變。

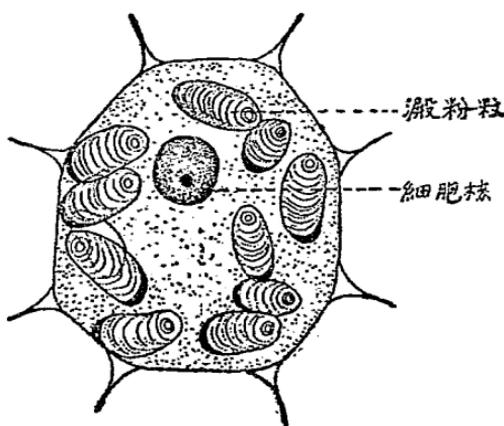
細胞質的最外面有一層細胞質膜(cytoplasmic membrane)，通常和細胞壁緊貼在一起，不容易看到。

細胞質裏又含有很多的物質，最重要的叫體質(plastid)。體質有各種不同的顏色和功用，含綠色素的叫葉綠體(chloroplast)，在葉裏最多，是製造食物的機關，世界上所有的食料，根本的來源，都是靠葉綠體製造出來的。

(3) 細胞含有物(cytoplasmic inclusions) 細胞質中又含有各種物質，都是沒有生命的液體或結晶，依照性質的不同可以把牠分做四類：

(一)製造食物的原料。製造食物，需要多種的無機鹽，這種無機鹽，由根吸收後，往往能變成固體堆在細胞質裏。

## 第九圖



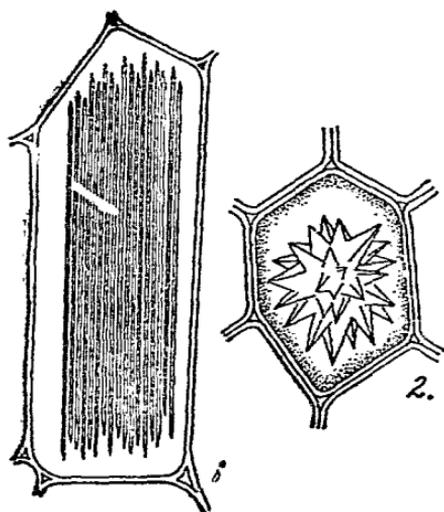
( Pellionia )

山椒草細胞裏的澱粉粒

(二)儲藏的食物。過剩的食物，大都變成固體或液體，儲藏在細胞質裏，最普通的是澱粉粒。儲藏澱粉最多的地方，是種子和有儲藏功用的根和莖裏。澱粉粒的形式，各種植物都不同，遇到碘質，立刻變成藍色，所以要試驗澱粉的是否存在，只要加上碘質就可以知道。

脂肪常成油點儲藏在細胞質裏，許多植物的種子，儲藏油點很多，蛋白質亦有成結晶體而儲

## 第 十 圖



細胞質裏的結晶體

1 紫鴨跖草細胞裏的針晶體

2 酸模細胞裏的結晶體

## 第 十 一 圖



各種植物的澱粉粒

1 馬鈴薯 2 小麥 3 豌豆 4 黑麥

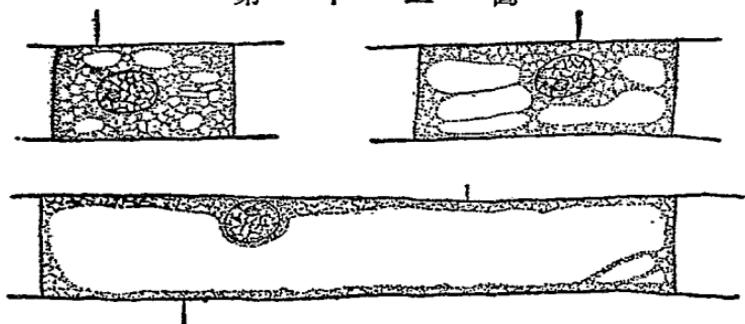
5 玉蜀黍 6 大戟 7 蠶豆 8 稻

藏在細胞質裏的。

(三)堆積的廢物。植物沒有很完善的排泄器官，有許多對細胞有害的排泄物，都變成結晶體堆積在細胞質裏，這種排泄物的種類很多，結晶的形式也各不相同，最普通的是草酸鈣。

(四)色素。植物細胞內除葉綠體含有葉綠素外，還有種種其他色素，如紅黃藍紫等，或溶解於細胞液中或成結晶體。最普遍的是花青素(anthocyanin)，和胡蘿蔔精(carotin)。此種色素是造成花果顏色的主因，在植物生態上極重要的。

第 十 二 圖



細胞成熟的程序示空胞的生成

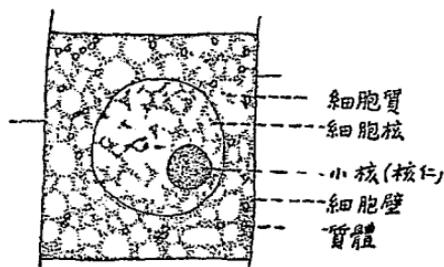
植物細胞裏通常有一個或許多空胞，空胞裏面大部份是水，水中有各種溶解的無機物和有機

酸等，大半是沒有用的副產物。

幼小的細胞裏，原形質很濃，空胞很少，以後細胞的體積增加很快，但是原形質的增加較慢，於是有許多小空胞發現，細胞漸漸長大，空胞也逐次合併，最後併成一個或二個很大的空胞，佔細胞大部份的地位，細胞質僅沿細胞壁成一薄層，細胞核的位置，也由中央移到細胞的邊緣。

細胞的形式 以上所說是模式細胞的構造，其實各種細胞因功用不同，構造和形式也有變化，功用相同的細胞，形式和構造也大致相同。

第 十 三 圖

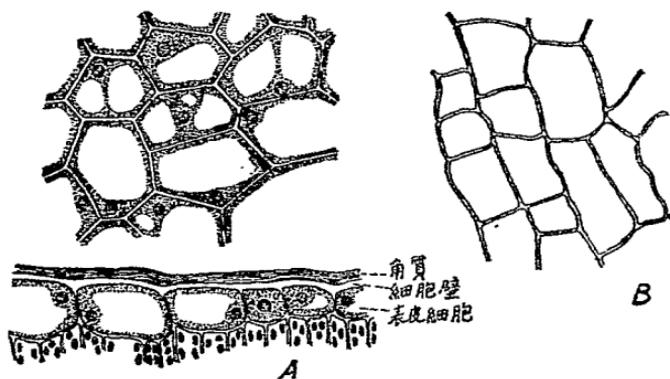


生 長 組 織 的 細 胞

(1) 生長組織的細胞是立方形，細胞核在細胞的中央，佔很大的地位，細胞質很濃，細胞壁

很薄，空胞很少。（如第九圖）牠們的工作是繼續分裂，除分裂以外，沒有其他的機能。

第十四圖



## 保護組織的細胞

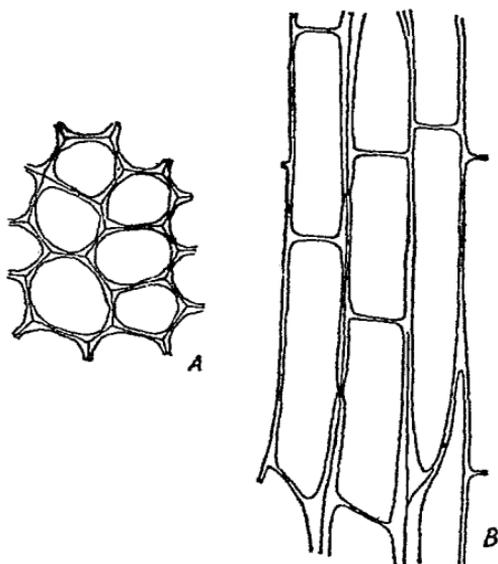
A 葉面的表皮細胞 上圖是正面下圖是橫切面

B 馬兜鈴莖裏的木栓細胞

(2) 保護組織的細胞大都扁平，排列得非常堅密，細胞壁比較厚，空氣和水都不能透過。表皮細胞的細胞壁，多屬纖維質，靠外一面的細胞壁上，通常有一層角質或蠟質。木栓細胞都是已死的細胞，細胞壁屬木栓質。

(3) 機械組織的細胞大都細長，沒有生命，

## 第 十 五 圖



厚 角 組 織 的 細 胞

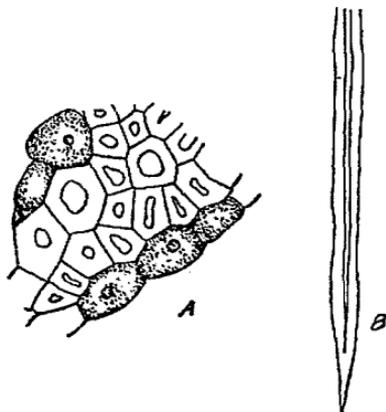
A 橫 切 面      B 縱 切 面

細胞壁很厚。厚角組織的細胞壁，只有在角上加厚。厚壁組織的細胞壁，四週平均加厚。細胞很長，兩端尖的叫纖維 (fiber)。細胞很短，胞壁極厚，形式不規則的叫石質細胞 (stone cell)。

(4) 運輸組織的細胞，大都細長。運輸水份的細胞，多沒有原形質，細胞壁很厚，加厚的程

度不是全細胞壁一樣，因此有各種花紋的造成，有許多是圓環形，有許多成螺旋形，有的在細胞壁上形成許多小孔。運輸食物的細胞，有細胞質

第十六圖



大麻莖裏的纖維細胞  
A 橫切面    B 縱切面

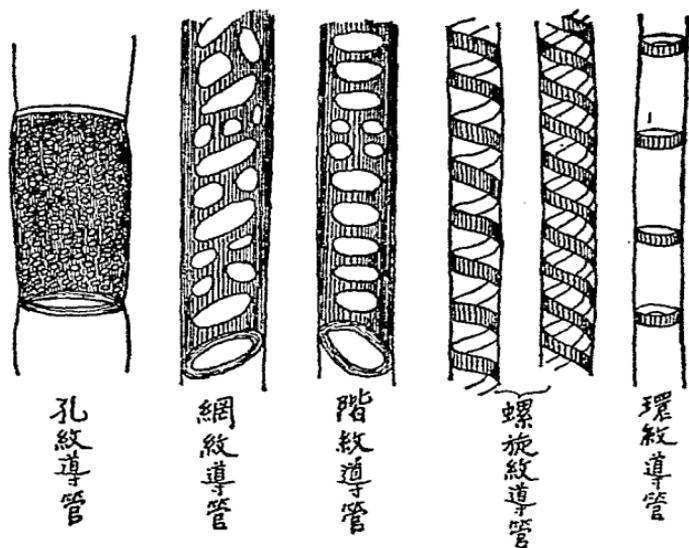
第十七圖



胡桃殼裏的石質細胞

而沒有細胞核，細胞壁比較薄，兩端的細胞壁上，有很多的小孔。

第 十 八 圖

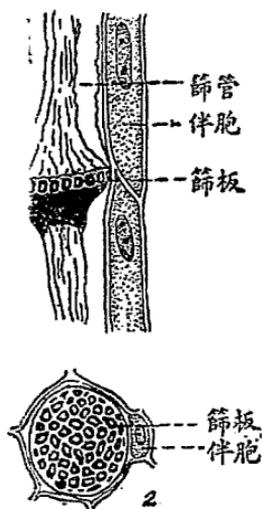


各 種 運 輸 水 份 的 細 胞

(5) 製造食物的細胞多是圓柱形或卵形，裏面含有很多的葉綠質體，細胞壁很薄，細胞質沿細胞壁成一薄層如第八圖。

儲藏食物的細胞大都是球形或立方形，細胞

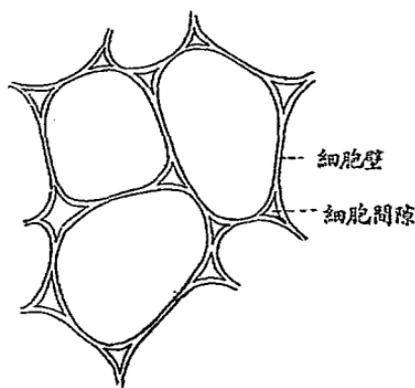
第十九圖



運輸食物的細胞

1 縱切面 2 橫切面

第二十圖



薄壁組織的細胞

壁很薄。這種細胞和其他細胞壁很薄的細胞，統稱叫薄壁組織 (parenchyma)。

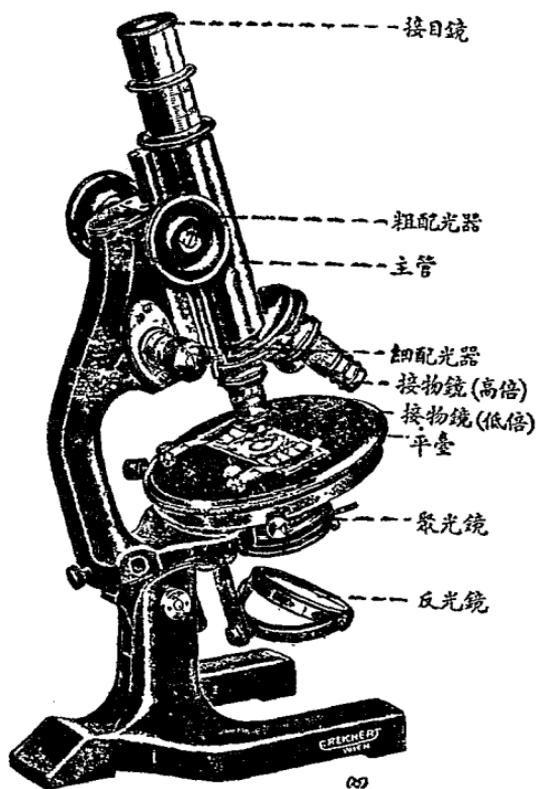
細胞的形式和構造，都因功用的不同而差異，功用相同的，形態也相仿。許多形態性質和功用相同的細胞，密切地聚集在一起，就叫做組織。許多組織合在一起，而有一共同的目標，就造成器官。各種器官分工合作，維持一整個植

物的生命。

### 實驗一 顯微鏡的使用法

顯微鏡是研究植物不可缺少的工具，各部份的名稱如下圖，其中最重要的部份是：接目鏡，接物鏡，聚光鏡，和反光鏡

第 二 十 一 圖



顯 微 鏡

鏡。接物鏡普通有高倍低倍兩種。使用時的步驟如下：

(1)把要觀察的物件，放在底玻片上，加水一點，再加上蓋玻片，放在平臺的中心，如要觀察的物件，是已經製成的切片，可把切片直接放在平臺的中心。

(2)先將低倍接物鏡轉正，從接目鏡往下觀看，同時轉動反光鏡，使光達再明亮時為止。

(3)轉動粗配光器，使主管下降，到接物鏡離開玻片約三厘處為止。

(4)從接目鏡往下觀察，同時轉動粗配光器，使主管漸漸上升，直到看清楚物件為止，如物件不在中心，可將玻片輕輕移動。

(5)轉動細配光器，使得更清楚的影像。

(6)轉動節光器，使光的強弱適宜。

(7)如欲作更詳細的觀察，再用高倍的接物鏡。使用高倍接物鏡時，須特別注意不使鏡頭和玻片接觸，以免損壞。

顯微鏡不用時，須將各部份擦乾淨，擦接目和接物鏡時，須用特別的擦鏡紙，或柔軟的綢絹，硬紙和粗布，對於鏡頭有損害。

顯微鏡須藏於乾燥和少灰塵的地方。

## 實驗二 細胞的構造

材料 根尖的縱切面。

觀察 用顯微鏡觀察根尖細胞的構造，作一路圖，並註明各部份構造的名稱。

### 實驗三 細胞的各種形式

材料 莖或根的橫切面和縱切面。

觀察 觀察各種形式的細胞，每一種作一個略圖，由教師的指導，註明各種細胞的名稱和功用。

## 第三章 根

根通常多生在泥土裏，向着地心生長，和莖的生長方向恰相反。沒有節和節間的區分，上面不能長葉或芽，支根生長的地方沒有一定，都由根裏面的維管束鞘長出，同地心成一斜角度。

### 根的功用

根的主要功用有二：(1) 吸收土壤裏的水份，和溶解在水裏的營養原料，經根和莖的輸送而到葉，由葉裏的細胞製造成食物。吸收作用都限於根的尖端。(2) 使植物在地上的部份能鞏固直立，所以在地面上的莖愈高，枝愈廣，地面下的根所佔的面積也愈大。

### 根的種類

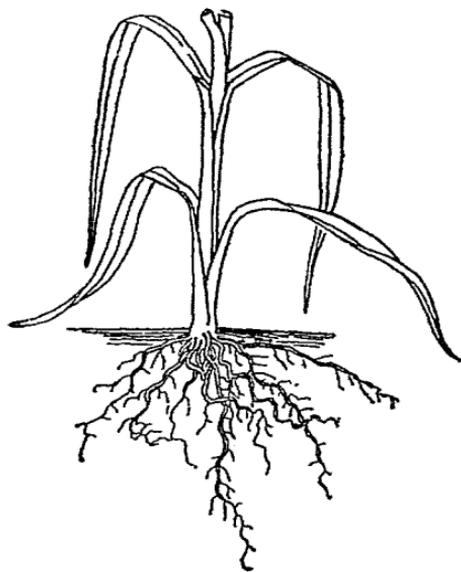
根據形式上的差異，根可以分成鬚根和圓錐根兩種。

(1) 鬚根 (fibrous root) 根很多而細長，沒有主根和支根的分別，在土壤中所佔的面積很

大。玉蜀黍稻麥和許多樹木的根都屬這一種。

(2) 圓錐根(tap root) 和莖直接相連的只有一個主根(main root)，主根的側面生有比較細小

第 二 十 二 圖

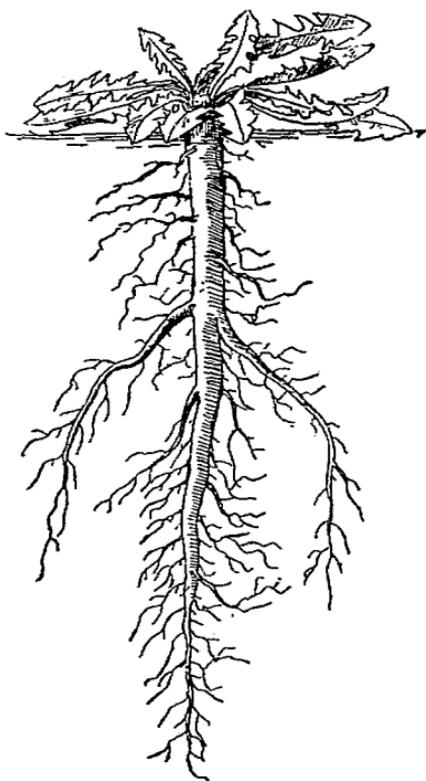


玉 蜀 黍 的 鬚 根

的支根 (side root)。如蠶豆蒲公英等的根，都屬這一種。

因生活期限的長短，根又可分做一年生二年

## 第二十三圖



蒲公英的圓錐根

生多年生三種。凡從種子萌發起，到開花結果為止，所經過的時期不過一年，而植物的根莖葉，於開花後完全死亡的，叫做一年生植物（annual

plant)。這種植物的根，叫一年生根，如稻。如種子在初年萌發，到來年開花結實，然後枯死的，叫二年生植物 (biennial plant)。這種植物的根，叫二年生根。二年生根常貯蓄多量的食物，爲來年生花果用，到食物都被吸收後，根遂萎縮枯死，如蘿蔔。

植物生長時期在二年以上的，統叫多年生植物 (perennial plant)。這種植物的根，叫多年生根。

根因性質上的不同，又分做草質根和木質根兩種。大概一年生和二年生根，都屬草質，多年生根，大都屬木質。

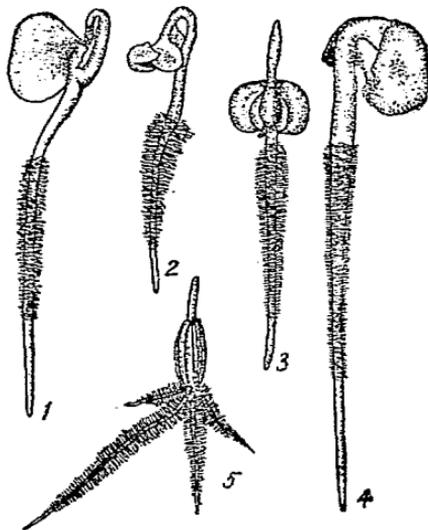
### 根的構造

根的構造，可以從根的縱切面和橫切面兩方面來研究。

把萌發不久的根，作一縱切面，在顯微鏡下觀察，可以看出裏面的構造，分做五部份：

- (1) 根冠 (root cap) 根冠在根的最前端，

## 第二十四圖



幾種萌發不久的種子 示根毛界和生長點的地位

- 1 豌豆 2 蘿蔔 3 玉蜀黍  
4 羽扇豆 5 燕麥

裏面的細胞排列很鬆，形狀好像指套，套在根的尖端，有保護的功用。

(2) 生長點 (growing point) 生長點包圍在根冠的中間，裏面的細胞都能繼續分裂，使根向前端生長。根冠的功用，就是使生長點不和土壤磨擦而受傷。

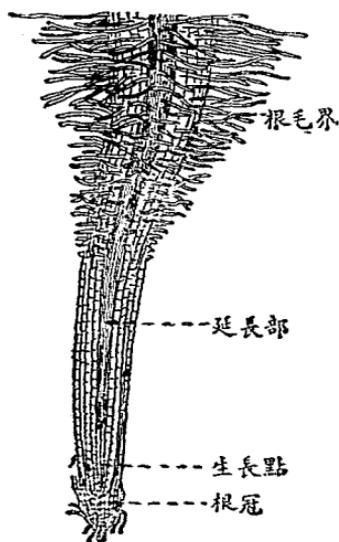
(3) 延長部(*elongating region*) 由生長點所生成的細胞，最初都是立方形，以後慢慢伸長，伸長的部分，叫做延長部，在生長點的後面。根的生長，基本的原因，是細胞數目的增加，但是顯著的生長，還是由於細胞的延長。

(4) 根毛部(*root hair region*) 延長部的後面是根毛部。這部的特徵，在

表面有很多密生的細毛。根毛是表皮細胞的一部份向外突出而成，是吸收水份和營養原料的器官。根毛部裏面的細胞，慢慢地起分化的現象，就是各細胞改變牠原來的構造，預備做專門的工作。

(5) 永久部(*permanent region*) 根毛界以後

第二十五圖



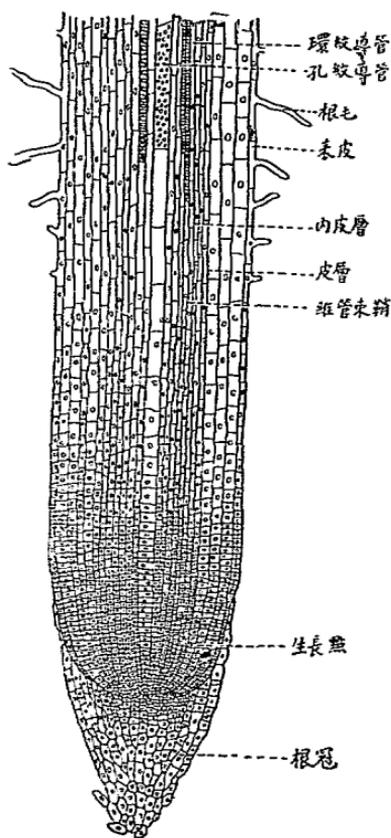
根尖的構造

的部份，裏面的各種組織，都已完全成熟，所以叫永久部。永久部的根毛，完全毀滅，沒有吸收水份的功用，這部份的功用，是運輸和鞏固植物體。

以上五部的地位，並非永遠不變，生長點向前生長，根毛界慢慢成熟，結果各部份都向前推移。外表上最顯著的，是根毛界的向前推進。

如在根的永久部，作一橫切面，在顯微鏡下觀察，根又可分成表皮(epidermis)，皮層(cortex)，和中柱(stele) 三部份。

第二十六圖

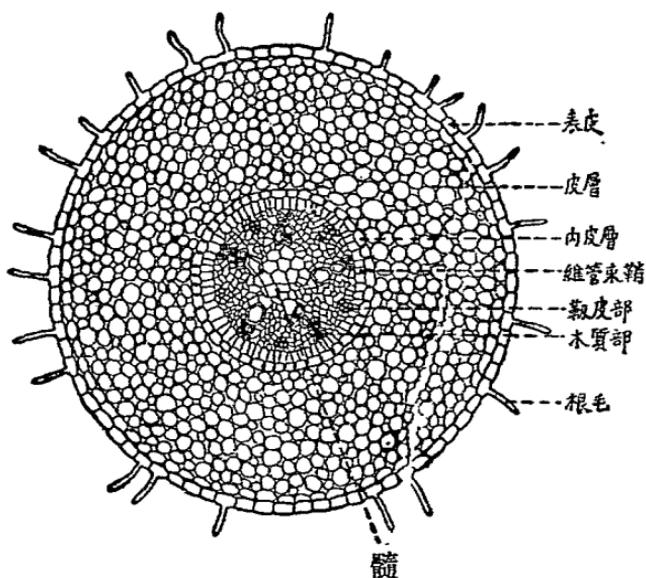


大麥根尖的縱切面  
示細胞的分化

(1) 表皮 最外面的一層細胞叫表皮。細胞是扁平形，排列很緊密，有保護的功用。在根毛部的表皮細胞，細胞壁一部份突出成根毛，有吸收水份和溶解的礦物質的功用。表皮在老的根裏，往往被木栓層所代替。

(2) 皮層 皮層由許多層的薄壁細胞組織而成。細胞的形式，大都是球形或立方形。細胞間

第 二 十 七 圖



雙子葉植物根的橫切面

的空隙很多。皮層有儲藏食物的功用。

皮層最裏面的一層叫內皮層。通常祇有一層細胞厚，兩側的細胞壁上，有特別的加厚。

在老的木質根裏，表皮和皮層都被從維管束鞘裏所發生的木栓層所代替。

(3) 中柱 在內皮層裏面的組織統叫做中柱。

中柱的中心是木質部。在橫切面裏，和星的形式相似。通常有四個或五個射出的尖端。細胞細長中空，有很厚的細胞壁。主要的功用是運輸水份，和水中所含的一切營養原料。牠的厚壁，又能使根堅固。

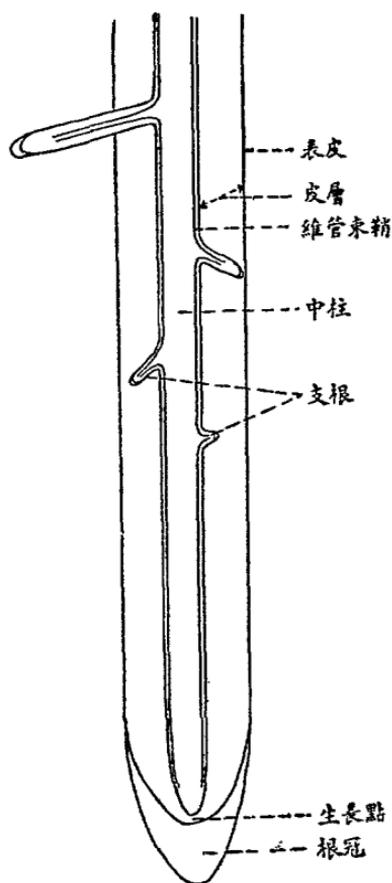
木質部的外面，在兩個星形射出的中間，有一束細胞壁比較厚的細胞，叫做韌皮部。韌皮部有四束或五束，和木質部射出部份的數目相等。韌皮部的細胞，細長而含有細胞質，牠的功用是運輸食物。

木質部和韌皮部中間，都是薄壁細胞。

中柱最外面，有一層維管束鞘，所有的支根都從這一層裏長出。

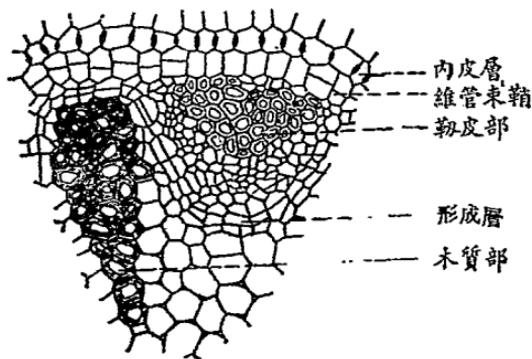
許多單子葉植物和草本雙子葉植物的根，一旦長成後，不能再向橫裏長大。裸子植物和多年生雙子葉植物的根，能無限制的增粗。增粗的原因，就是因為韌皮部和木質部的中間發生一圈形成層，這層細胞是由薄壁細胞回復分裂的能力而成，向外分裂的細胞，分化成韌皮部。向內生長的細胞，分化成木質部。韌皮部和木質部增加，根因之增粗。

第 二 十 八 圖



根的縱切面 示支根的起源

第二十九圖



蠶豆根中柱的一部份 示支根的起源

當根的直徑增大時，維管束鞘裏也發生一層形成層，叫做木栓形成層。向外生長的細胞，細胞壁變成木栓質，原生質不久就消失，變成死的細胞，叫做木栓層。木栓質對水完全不透，外面的表皮和皮層，因得不到養料而枯死，不久就脫落。木栓生長層向裏分裂的細胞，變成後生的皮層，所以老の木質根和莖的構造很相像。

### 吸收作用

植物吸收水份和營養原料的機關，就是根毛。根毛是根毛界表皮細胞的突出部份，根毛的

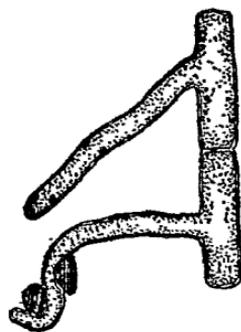
四週，都和土粒緊接，植物移植時很容易毀壞，所以移植的植物，往往因水份供給不夠，而現枯萎的狀態。

根毛所吸收的物質，是水和營養原料。營養原料最重要的是含有氮，硫，磷，鉀，鈣，鎂，和鐵的化合物。這種化合物，一定要先溶解在水裏，方能被根毛吸收。

根毛吸收水份的方法，是由於滲透（osmosis）和擴散（diffusion）兩種作用。

根毛裏的原形質，比土壤裏的水溶液濃，換句話說，就是在同一個體積裏，土壤裏水的分子，比原形質裏水的分子多，水的分子由多的地方，經過一種半滲透性的膜，而向分子少的地方流，這種現象，叫做滲透作用。根毛的細胞壁，是半滲透性，所以土壤裏的水份能透過細胞壁而到細胞裏面，同時水裏溶解

第 三 十 圖



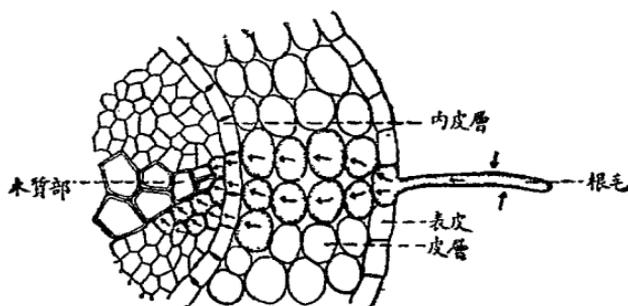
根毛和土粒的關係

的礦物質，也透到細胞裏面。假設水裏溶解的礦物質很多，就是土壤裏的溶液比原形質濃，結果根毛裏的水，就要滲透出來，原形質失去水份，便起收縮的現象。肥料可以使土壤裏的溶液變濃，所以加肥料的時候，應當注意不宜過多。

水和溶解的礦物質，到根毛裏面後，第二步就起擴散的現象，根毛裏的水和溶解礦物質的分子，比表皮細胞裏多，分子從多的地方流到少的地方，就叫擴散作用。

水和溶解的礦物質，由表皮細胞再經滲透和擴散二種作用送到皮層，由皮層送到木質部，由

第三十一圖



水的吸收和運送 箭頭表示水流行的方向。

木質部上升到莖裏。

### 土壤

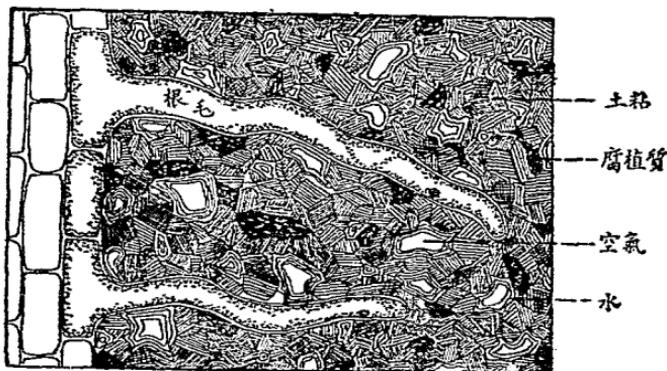
和根發生直接關係的就是土壤，土壤對於植物的關係有三種：

- (1) 使植物有固定的場所。
- (2) 供給水份。
- (3) 供給植物所需要的養分。

優良的土壤，同時要能滿足這三個條件，此外還要含有多量的空氣，供給根的呼吸。

在很疏鬆的泥土上，植物容易傾倒。過於堅

第 三 十 二 圖



土 壤 的 構 造

密的泥土裏，根不容易生長。過於潮濕的土壤，所含的空氣，不够供給根的呼吸。過於乾燥和缺少養分的土壤，植物不能發長。

土壤裏百分之九十是粉碎的岩石。土粒的週圍，有一層水膜，根毛所吸收的，就是這一層水。土粒和土粒的中間有空氣，供給根的呼吸。如土壤裏的水過多，佔滿了土粒間的空隙，根和植物全體，就不能生存。雨水能使土粒間的空氣新鮮，耕耘使堅固的土壤疏鬆，對於空氣的更換，有很大的效力，同時使根的生長容易。

土壤裏除空氣和水外，又含有腐植質(humus)。腐植質的來源，是植物的屍體，埋入土中，腐敗而成。能使土壤含蓄水和空氣的力增加。由腐敗而成的物質，又可供給植物做營養原料。農田的耕耘，把土面的植物屍體，埋入泥土裏，增加土壤裏的腐植質。

土壤裏又含有少量的礦物質，對於植物有用的是硫，磷，鈣，鎂，鉀，鐵，和氮的化合物。

這幾種礦物質，特別是氮，磷和鉀的化合物，往往容易缺少。缺少的結果，是植物不能充分發長。補救的方法，就是加肥料。加肥料時，應當先注意土壤和肥料的性質，是否合宜，因為肥料除增加礦物質外，還要中和土壤裏由根排泄的毒質。

土壤裏更含有多種細菌(bacteria)，有的能使動植物的屍體腐敗，變成植物的營養原料。固氮細菌把空氣裏的氮，變成植物所能吸收的氮化物。豆科植物的根瘤，是由於固氮細菌的寄生。許多農田栽植紫雲英或苜蓿把牠的葉同根留在土裏，能使土壤裏的氮化物增加。

土壤裏又有各種原生動物和真菌，對於植物的根，很多損害。蝗蟲的卵，產生在土壤裏，到來年孵化，為害於農作物很大。秋耕使土壤暴露於嚴寒的冬

第三十三圖

豆科植物的根瘤  
(草木樨)

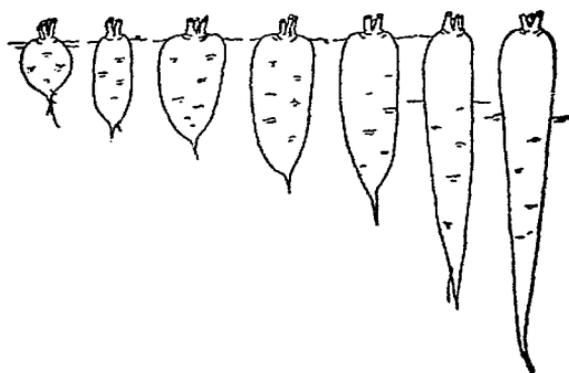
季，能把原生動物和害蟲的卵殺死。

### 根的變態

許多植物的根，除鞏固和吸收兩種功用外，兼有其他的功用。又有許多根完全有另外的功用，對原來的功用，完全失去。功用改變後，構造也就不同，統叫做變態的根。

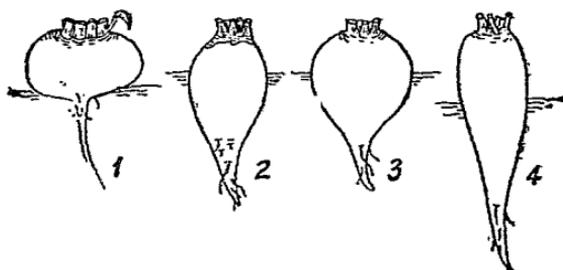
(1) 儲藏根 (storage root) 許多植物的根，除固定吸收外，有儲藏的功用。這種根大都變成肉質，可供人類食用。最普通的如胡蘿蔔，蘿蔔，和蕪菁，裏面儲藏的食品，糖和澱粉最多。儲藏的地位，是在根的髓和木質部，木質部的細胞，完全軟化。儲藏根又因形式的不同，而有各種名稱，如下圖。

第 三 十 四 圖



各 種 形 式 的 胡 蘿 蔔

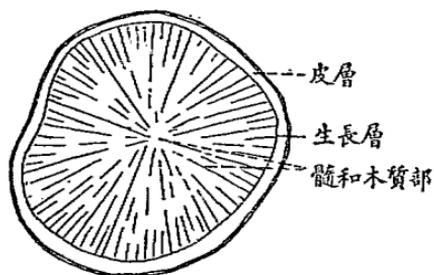
第 三 十 五 圖



蕪 菁 的 根

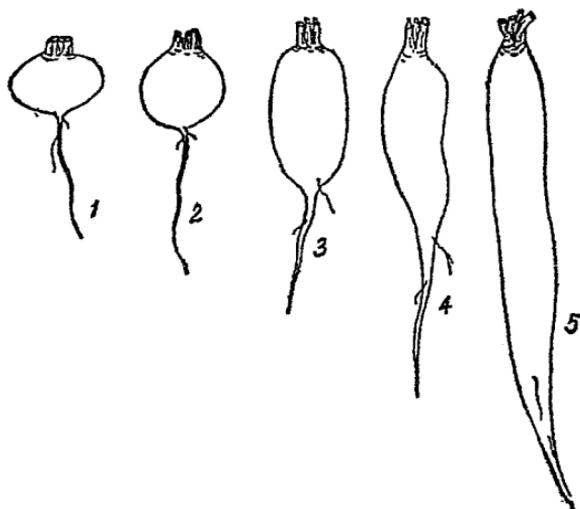
1 扁 平 形    2 紡 錘 形    3 球 形    4 圓 錐 形

第三十六圖



燕菁的橫切面 示儲藏食物的部份

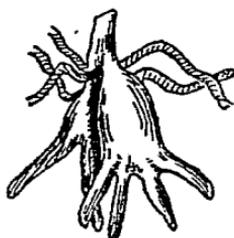
第三十七圖



各種形式的蘿蔔

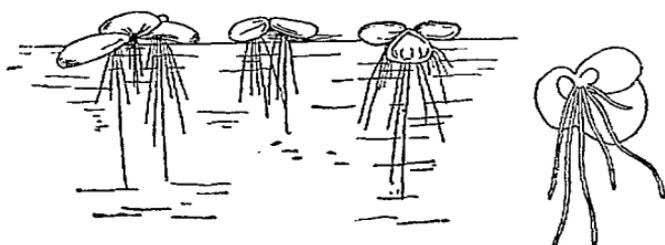
1 燕菁形 2 球形 3 橄欖形 4-5 圓柱形

第三十八圖



白及的掌狀根

第三十九圖



浮萍的水生根

(2) 水生根(water root) 生在水裏的植物，有的漂浮在水面上，有的沉在水裏，用不着堅硬的根，去作固定的工作，同時吸收水份也很容易，所以水生植物的根，都很簡單。如浮萍的根，叢生在扁平的植物體的下面，不分枝，並且

沒有根毛。又如金魚藻狸藻等，根完全退化。

(3) 氣生根(aerial root) 生在空氣裏的根，統叫做氣生根。氣生根有專門吸收空氣裏的水分的，如附生的蘭科植物，具有特別構造，能夠吸收空氣裏的水分。

#### 第 四 十 圖

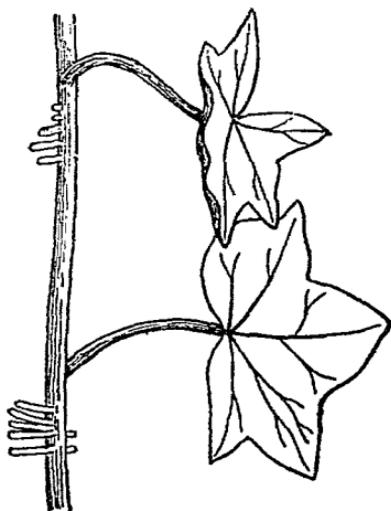


附生蘭科植物的氣生根

氣生根有專門助植物攀緣在其他物體上的

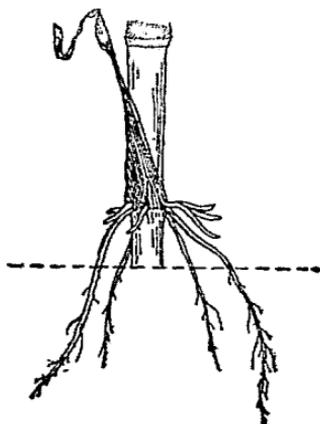
如長春藤，能緣牆而生長，這種根又叫攀緣根 (climbing root)。

第四十一圖



常春藤的氣生根有攀緣的作用

第四十二圖



玉蜀黍的支撐根

(4) 支撐根 (prop root) 支撐根也是氣生根的一種，如玉蜀黍，在近地面的節上，長出許多支撐根，斜入土壤裏，幫助原來的根使莖直立，而不傾倒。

(5) 寄生根 (suction root) 寄生植物的根如

兔絲，侵入其他植物的組織裏，吸收食料，這種根叫寄生根。

### 根的繁殖作用

有幾種植物，如白楊刺槐等，能在根上長出不定芽，由芽長出枝葉，另成一新植物。這種生殖方法，叫做營養生殖 (vegetative reproduction)，或是叫無性生殖 (asexual reproduction)。就是由植物營養器官的一部份，分離而生新植物的生殖方法。

有幾種植物，如薔薇，大理花等，把莖靠地面割去，根上能發出新的枝葉。園藝上有應用這種方法，使植物繁殖的。

第四十三圖



兔絲的寄生根

### 根對刺激的反應

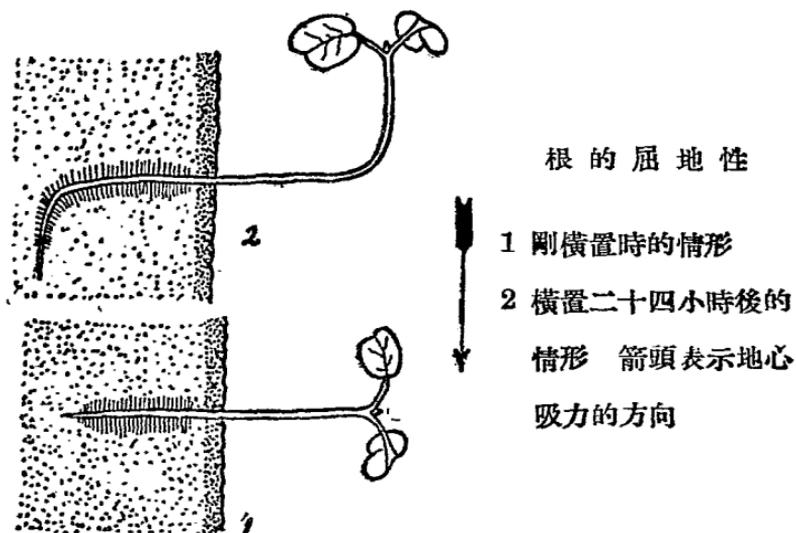
植物對於刺激，亦能起相當反應，不過反應動作，不像動物那樣迅速顯著。植物對刺激所發生的反應，叫適應。根的適應性有三種：

(1) 屈地性 (geotropism) 根受着地心吸力的刺激，向着地心生長，叫做屈地性。如把植物橫置，使根和莖的方向，和地面平行，不久根的尖端，就會轉一個直角，仍向着地心生長，支根不向地心生長而向下成一種斜的角度。

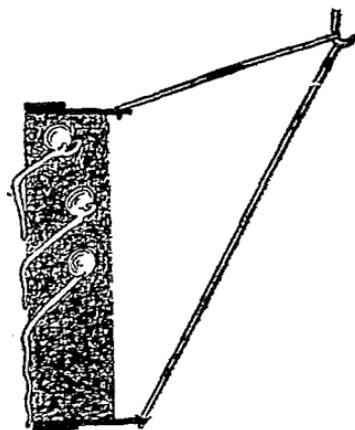
(2) 屈水性 (hydrotropism) 根感受水濕的刺激，屈向水濕大的地方生長，叫做屈水性。如用很粗的鐵絲網，做成圓筒，筒裏裝能夠保持水濕的物質，把植物的種子放在筒裏，使牠萌發，筒斜掛在空氣裏（如第四十五圖），最初根都向着地心生長，慢慢由鐵絲網的孔裏穿出，到空氣裏，空氣裏的水濕，沒有筒裏大，結果根生長的方向，屈向筒的邊緣，沿着筒邊生長。

根的屈水性對於植物的生長很重要，根向水

第四十四圖



第四十五圖



根的屈水性

濕大的地方長，可以得到充分的水，供給植物生長。生存沙漠地方的植物，如蒲公英等，因為地面的沙，非常乾燥，牠的根能生長十幾尺長，到很深的土裏吸收水分。

(3) 背光性(negative phototropism) 根感受陽光的刺激，改變原來的方向，而背着陽光生長，叫做背光性。如把幼植物放在水裏，再放在陽光充足的地方，根生長的方向，就會改向背着陽光的一面。

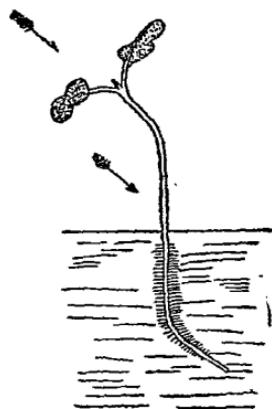
### 根和人生

兼有儲藏功用的根，大都可供人類食物，如胡蘿蔔，蘿蔔，燕菁，番薯，芋，山藥等。

人參白及大黃等，可作藥用。

鬚根有阻止沙土崩潰的能力，堤岸上多種有

第四十六圖



根的背光性

箭頭表示陽光的方向

鬚根的植物，能使堤岸鞏固，不容易坍塌。

### 實驗四 根的構造（一）

材料 蠶豆玉蜀黍的種子。

方法 把種子分開浸在有水的玻璃盆裏，種子的上下各蓋一吸水紙，使種子萌發。

觀察 種子發芽時，那一種器官先生出？什麼原因？玉蜀黍和蠶豆的根，有什麼異同？注意根毛界的地位。用墨筆從根的尖端作十個等分，二日後，觀察根的那一部份延長最快。將根的尖端，約二公分處，用刀切去，觀察根能否再向前生長，根的生長點在那一部份？用刀在永久部把根割下，再作一縱切面，放在顯微鏡下，觀察根各部份的構造。根毛從那一種細胞伸出？

把觀察所得的結果，畫一略圖，加以說明，並回答上面的問題。

### 實驗五 根的構造（二）

材料 蠶豆根永久部份的橫切面。

觀察 用顯微鏡觀察切片，作一略圖，表明各部份的構造。

### 實驗六 滲透作用

材料 豬的膀胱，長頸漏斗，燒杯，鐵架，糖液。

方法 將豬的膀胱，緊紮在長頸漏斗的口上，裝入濃糖

液，然後浸在清水裏，使糖液和水同在一個平面上。（參看右圖）

觀察 數小時後，漏斗裏的糖溶液是否上升？上升的原因是什麼？根毛的細胞壁和豬的膀胱都是半滲透性的薄膜，根毛裏的溶液比土裏的溶液濃，推想牠們的結果怎樣？

### 實驗七 擴散作用

材料 清水一杯，過錳酸鉀或其他染料的結晶體。

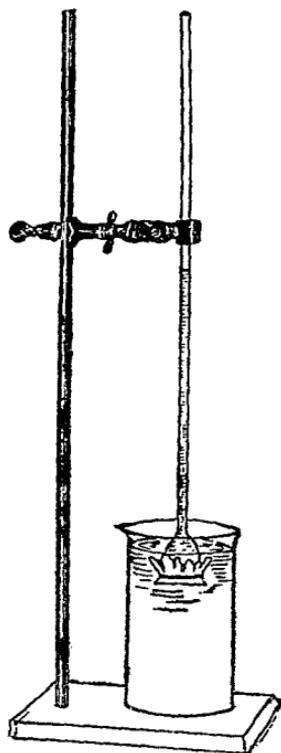
方法 將一個過錳酸鉀的結晶體，投入清水裏，注意水不能搖動。

觀察 過錳酸鉀的溶液是深紅色。觀察紅顏色在清水裏的擴散。擴散的原因是什麼？如根毛裏的溶液比表皮細胞裏的溶液濃，應當發生什麼結果？土壤裏的水和溶解的礦物質，怎樣能到根的維管束裏？

### 實驗八 根的種類和變態

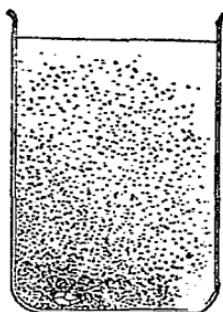
觀察各種正常和變態的根，每種作一略圖，並註明植物和根的名稱。

第四十七圖



試驗滲透作用的裝置

第四十八圖



擴散作用的試驗

實驗九 根的屈地性屈水性和背光性

照書中所敘述的方法，試驗根的屈地性，屈水性和背光性。把所得的結果，作一簡單的報告。

## 第四章 莖

莖通常多直立在地面上，一端和根相連，有節和節間的區分，枝葉多着生在節上，分枝由葉腋生出。

### 莖的功用

莖的主要功用有兩種：(1) 把葉展佈在空氣裏，使每一個葉都能接受充分的陽光，以製造食物。(2) 把根所吸收的水和溶解的礦物質，輸送到葉裏去，同時把葉裏製造好的養料，輸送一部份到根裏，供給根的生活。所以莖是葉和根中間的交通要道。

此外莖又有儲藏食物的功用。

### 莖的形式

莖因性質的不同而分做草質和木質兩種。草質莖裏面，木質部很少，所以很軟弱矮小。具草質莖的植物，叫做草本。

木質莖裏，大部份都是木質部，堅韌而能抵

抗很大的風浪，所以能長成高大的樹木。這種植物叫做木本。

木本植物具有高大的主幹，再由主幹發出小枝的，叫做喬木(tree)。沒有主幹而矮小叢生的，

第四十九圖



喬木

叫做灌木(shrub)。

喬木的莖，又有幾種不同的式樣，大概可以分做三種：

如主幹直立不分枝，葉叢生在頂端的，叫做

第 五 十 圖



灌 木 (丁香花)

柱式。生在熱帶的椰子棕櫚，都屬這一種。

如主幹上小枝很多，小枝生長的方向，都和主幹成直角，在最下面的最長最老，愈到頂上的

## 第五十一圖



柱式的莖

分枝愈短，全樹的形式像寶塔一樣，叫做塔式。如松柏科的植物大都屬這一種。松柏多生在寒冷的地方，塔式的莖，很適合這種環境，因為雪能堆積很厚，而把枝莖壓斷，在塔式樹上雪容易下墜。

如主幹比較短，不久就分成幾枝，向上生

## 第 五 十 二 圖



塔 式 的 莖 ( 松 )

長，再分成許多小枝，以後愈分愈細，在頂端形成一個樹冠，佔很大的面積，這種式樣，叫做繖式。普通的落葉樹如柳榆等，都屬這一種。

莖的形式，往往因環境而改變。風，陽光，

## 第五十三圖



柱式的莖（檜）

濕度等，對莖的形式，影響很大。生長在風很大地方的植物，枝往往都向背風的一面生長。如許多樹木長在一起而成森林，下部的枝葉，因受不到陽光而枯萎脫落，主幹向上生長很快，就變成和柱式相像。這種主幹，都是有用的木材。

## 莖的外部形態

草本植物的莖，大都祇有一年或二年的壽

## 第 五 十 四 圖

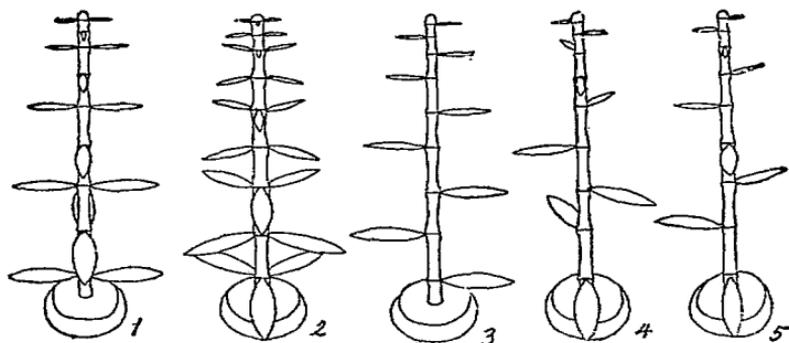


生長在風大地方的植物 示枝向背風的一面生長

命，莖上除著生很多的葉外，其他的構造很少。葉著生的地方叫做節 (node)，節和節中間的莖叫節間 (internode)。

葉在莖上排列的方法有三種：如每一節上祇生一個葉，叫做互生。如每一節上，生兩個相對的葉，叫做對生。如每一節上著生兩個以上的

第五十五圖



葉在莖上的排列

1 對生 2 輪生 3,4,5,互生

葉，叫做輪生。

多年生植物的莖，大都是木質，葉多著生在當年發生的新枝上，到冬季葉脫落後，莖上留有葉柄的痕跡，叫做葉痕 (leaf scar)。木質莖的表皮，多由木栓層所代替，上面有許多小孔，叫做皮孔 (lenticel)，空氣可以從皮孔到莖的裏面，供給細胞的呼吸。

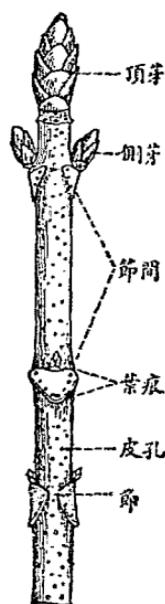
枝葉在最幼小的時期，叫做芽 (bud)。在冬季的樹枝上，最為明顯。芽有頂芽和側芽兩種，

頂芽生在分枝或主幹的頂端，莖向上的生長，都由於頂芽的發達。側芽長在分枝或主幹的側面，多從葉腋裏生出，所以又叫腋芽，莖在側面的分枝，多由於側芽的發達。側芽在莖上的排列，或成螺旋形，如榆白楊等，或爲對生，如楓栗等是。

芽的發生，又有不限於一定地位的，莖幹之外，在根和葉上，亦能發生，叫做不定芽。如蒲公英的根，東風菜的葉上，能長出不定芽。桑和楊柳的莖上，亦常有不定芽發生。

生在冬季的芽，叫做冬芽。冬芽外面，大都有鱗片包圍着，以抵禦嚴寒的環境，鱗片上有很厚的蠟質或絨毛，到翌春發長時，鱗片多脫落。又有冬芽包於變態的托葉中的，如玉蘭等是。夏季所發生的芽，大都沒有鱗片包圍，叫做裸芽，如

第五十六圖

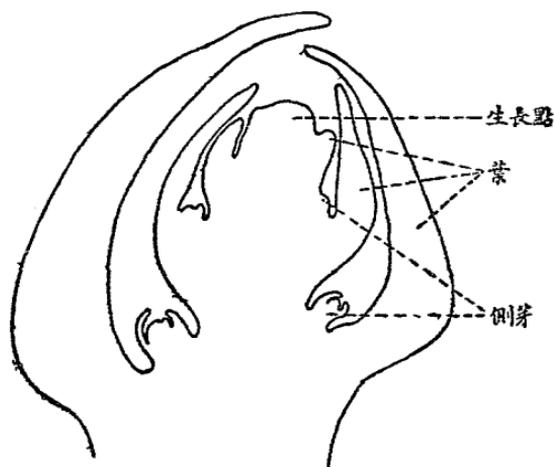


七葉樹的冬枝

牽牛南瓜的芽是。冬芽也有沒有鱗片包圍在外面的，如草莓。

因構造性質上的不同，芽又可分做葉芽，花芽和混合芽三種：

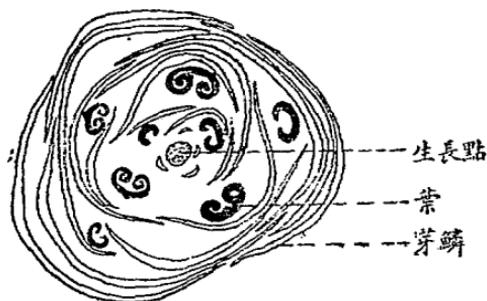
第五十七圖



馬兜鈴頂芽的縱切面

葉芽 (leaf bud) 芽發長成枝葉的叫葉芽，或叫莖芽。如把葉芽作一個縱切面來觀察，在中間有一原始的莖，將來延長成枝，原始莖上有許多原始的葉，葉腋裏又有原始的芽。

## 第 五 十 八 圖



白 楊 葉 芽 的 橫 切 面

花芽 (flower bud) 發長成花的芽，叫做花芽。花芽裏所含花的數目不定，如梅的花芽裏包含一朵花，櫻桃的花芽裏包含許多原始的花。

第五十九圖



混合芽 (mixed bud) 芽裏包含原始的枝葉和花的，叫做混合芽。花的位置，或在原始莖的頂端，如蘋果梨葡萄的芽。或在原始葉的葉腋裏，如柿桑等花果的芽。

葉芽花芽和混合芽，在外形上沒有分別，都

有鱗片包圍着，要把鱗片除去後，方可以識別。

### 莖的內部構造

莖內部構造的變化很大，單子葉植物和雙子葉植物不同，草質莖和木質莖又不同。通常雙子葉植物的莖，可以分做表皮皮層和中柱三部。

(1) 表皮 表皮在莖的最外面，由一層排列很緊密的細胞組成。牠的功用，是保護莖裏的水份，不使失去。保護莖裏的細胞，不受機械力的損傷，不受菌類和昆蟲的侵蝕。在多年生的莖裏，表皮多由木栓層代替，和老的根一樣，不過莖裏的木栓，是由皮層的細胞發生。

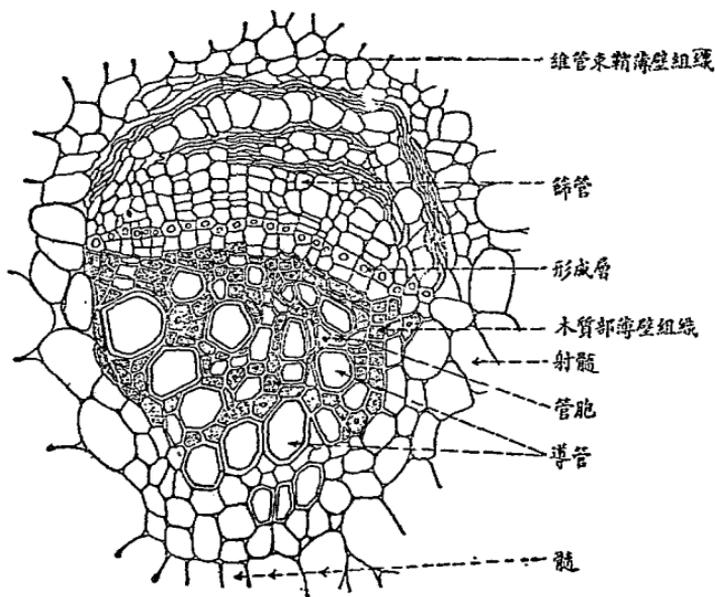
(2) 皮層 皮層在表皮和維管束鞘的中間，通常由薄壁細胞組成。有時靠近表皮的細胞，變成厚角細胞。皮層中間有許多細胞長成纖維，或石質細胞，增加莖的堅韌力。皮層最裏面一層叫內皮層，內皮層的細胞裏，往往儲藏很多的澱粉。皮層的薄壁細胞，有儲藏食物的功用，許多細胞含有葉綠粒，能製造食物。



bundle)和髓 (pith) 三部份。

(一)維管束鞘 在中柱的最外面，由許多薄壁細胞組成。細胞裏有時有葉綠粒，能製造食物。許多種莖的維管束鞘裏，有韌皮纖維，細胞狹長有厚壁，性強韌而富於彈性，有增加莖堅固力的功用。人類利用這種纖維，可以紡線織布，

第六十一圖



馬兜鈴的維管束

供給衣料。芋蕨的莖裏，含有韌皮纖維很多。

(二)維管束 維管束在維管束鞘裏面，是運輸水份和食物的機關，通常多排列成圓筒形，每一個維管束又分做韌皮部形成層和木質部三部分。

韌皮部 在維管束的外部，是運輸食物的機關。運輸食物的主要細胞叫篩管(sieve tube)，篩管是細長形的細胞，在上下兩端的細胞壁上有許多小孔，使鄰近的篩管可以直接交通。除篩管外，還有伴胞(companion cell)和薄壁細胞，有時有韌皮纖維。

木質部 在維管束的內部，是運輸水份的機關，運輸水份最主要的細胞叫導管(trachea)。由許多上下相連接的細胞失去橫隔的細胞壁而成，沒有原形質，水在裏面可以直接流行。細胞壁上有不等的加厚，形成各種花紋，通常有螺旋紋，環紋，網紋，階紋，和孔紋五種。(如第十八圖)：

除導管外，管胞（tracheid）也有導水的功用。管胞由一個細長形的細胞變成，兩端尖銳，中間的孔道沒有導管大。上下兩端的細胞壁，對水流行的阻力很大，所以管胞輸送水份的速率，不及導管快。裸子植物的導水部份，都由管胞組成，到被子植物裏，方始有導管的生成。

木質部除導管管胞外，還有薄壁細胞和木質纖維，薄壁細胞有儲藏食物和水的功用，木質纖維增加莖的堅固。

形成層 形成層在韌皮和木質的中間，細胞能繼續分裂。向外分裂的細胞增加到韌皮裏，向內分裂的細胞，增加到木質部裏。草本植物的莖裏，形成層不發達，所以木質部很薄，莖很軟弱。不能成高大的樹木。

(三)髓 髓在中柱的中間，細胞多成很大的球形，細胞壁很薄，細胞間隙很大，主要的功用是儲藏食物。

在兩個維管中間的薄壁細胞，叫做射髓

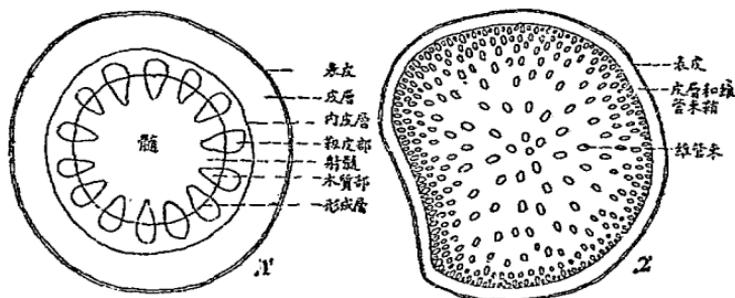
(medullary ray)，是髓和皮層中間的交通機關，亦有儲藏食物的功用。

### 單子葉植物的莖

單子葉植物莖裏的維管束，沒有一定的排列，散佈在莖的全部，所以莖沒有髓和射髓的區分。皮層和維管束鞘合併成很薄的一層，在表皮裏面，這層細胞有時有很厚的壁，增加莖的鞏固力。

單子葉植物莖裏，又缺少形成層，所以莖不能繼續增粗，輸導部份的細胞數目，也不能增

第 六 十 二 圖



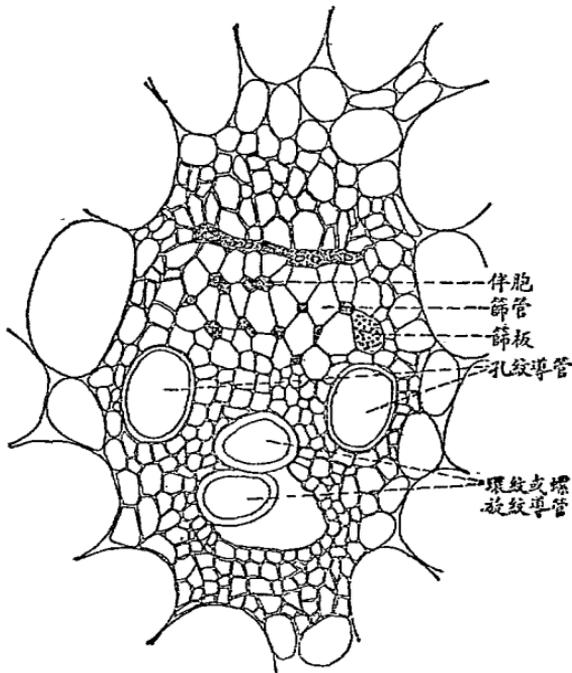
雙子葉和單子葉植物莖的橫切面 示維管束的排列

1 雙子葉植物

2 單子葉植物

多，有少數的植物如棕櫚等，在維管束鞘裏，能產生形成層，向內分裂，增加維管束的數目，因之能長成大樹。許多單子葉植物的莖，如麥，竹等，在節間部份，都成空心，維管束排列在空隙和維管束鞘的中間。

第 六 十 三 圖



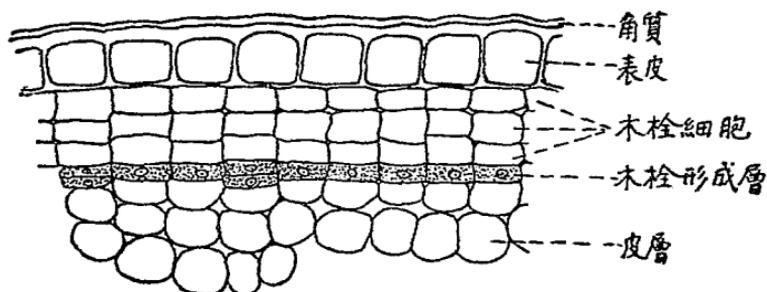
單子葉植物的維管束  
(玉蜀黍)

## 木質莖

多年的木質莖，因為形成層繼續生長的結果，莖裏也起了很多的改變。

(1) 木栓層 多年的木質莖，因為內部的繼續增粗，表皮慢慢的破壞，在皮層近表皮的細胞，能回復分裂的能力，而變成木栓形成層，向外生長成木栓層，代替表皮的保護工作，向內生長增加皮層的細胞。

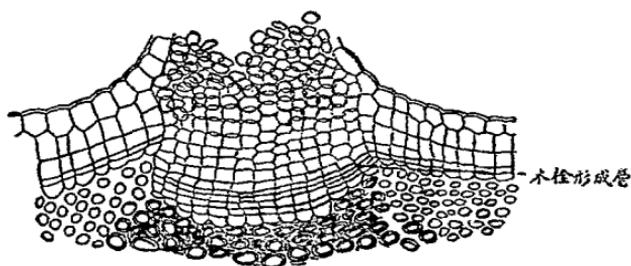
第 六 十 四 圖



木 栓 層 的 發 生

木栓層有許多細胞排列很疏鬆的地方，叫做皮孔，是空氣流通的地方。

## 第六十五圖

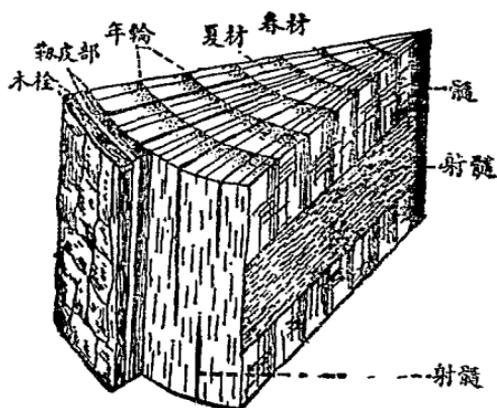


皮 孔 的 切 面

(2) 韌皮部 初生的韌皮部，因木質部的向外生長，都被破壞，由形成層新生成的韌皮部，繼續運輸食物的工作。韌皮部以外的部份，包括韌皮部維管束鞘皮層和木栓層，統稱叫做樹皮。

(3) 木質部 多年的木質莖裏，大部份都是木質部。普通所用的木材，也就是這一部份。形成層分裂的速率，因氣候而不同。在春季分裂很快，所成的木質細胞大而壁薄，叫做春材(spring wood)。在夏季分裂較慢，所成的木質細胞小而壁厚，叫做夏材(summer wood)。春材和夏材合在一起，叫做年輪(annual ring)。夏材的顏色比

第 六 十 六 圖



木 質 莖 的 橫 切 面

春材深，在橫切面和縱切面上，年輪的界限很顯明。普通的樹木，每年生長一次，增一年輪，從年輪的多少，可以推算樹木的年齡。

木質莖裏的木質部，祇有新生成的部份，有運輸水份的功用。在中間的木質部，多失去運輸的功用，顏色變深，性質加硬，叫做心材 (heart wood)。有導水功用的部份，叫做邊材 (sap wood)。邊材不及心材堅硬，裏面水份很多，常含有儲藏的食料，用作木材，容易被蟲和菌蠹蝕

腐爛，所以邊材的經濟價值，不及心材高。

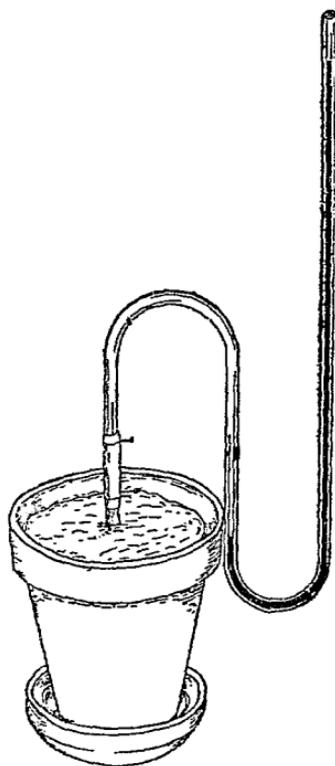
新伐的木材，平均含有百分之五十的水，如立刻製成器具，容易變樣和朽爛，要先剖開使乾，才可應用。

### 水的上升

### 第六十七圖

高十餘丈的大樹，水從根運送到葉裏，要上升十餘丈高，水能上升的原因有三：

(1) 根壓 根從土壤裏吸收水份後，在導水的組織裏，發生一種壓力叫根壓。水受了壓力，就由木質部上升。根壓可用很簡單的試驗表明，把生長很快的植物，在靠近地面的莖部割斷，用橡皮管連接到細長的玻璃管上，不

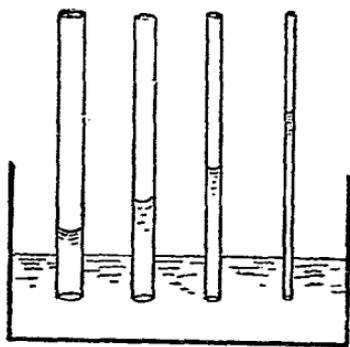


根壓的試驗

久就可以看到水在玻璃管裏上升。如用彎曲的玻璃管，裏面裝水銀，由水銀柱上升的多少，可以算出根壓的大小。

(2) 毛細管作用 水在很細的管子裏，因為表面張力的關係，能上升很高。管子愈細，上升愈高。如用直徑不同的玻璃管，插在水裏，在直徑最小的玻璃管裏，水上升最高。運輸水份的管胞和導管，牠們的直徑，要用顯微鏡方能覺察，水在這種微小的管子裏，能上升很高。

第六十八圖



毛細管作用的試驗

(3) 葉裏的吸引力 水份在葉的細胞裏不斷的蒸發，葉裏的細胞，因水份繼續失去，對管胞和導管裏的水，發生一種吸引力，吸引到葉裏，這種吸引力，亦可用簡單的試驗來表明。

將兩個同樣長和粗的樹枝，插在有紅顏色的

水裏，將一個枝上的葉，完全摘去，數小時後，把枝拿出剖開，紅水在有葉的枝裏上升比沒有葉的枝裏高。水在沒有葉的枝裏上升，完全是毛細管作用，在有葉的枝裏上升，是毛細管作用加上葉的吸引力。

第六十九圖



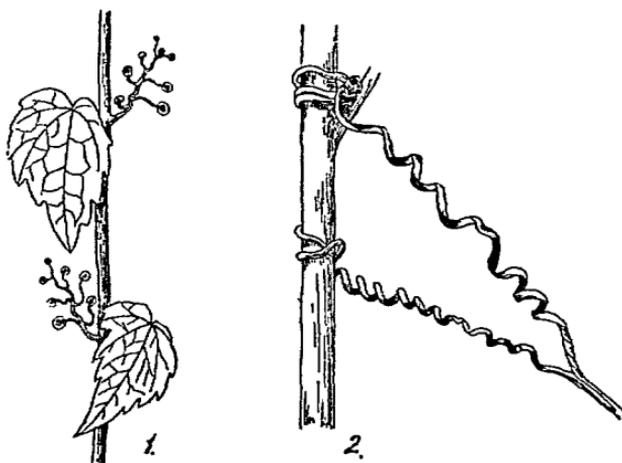
葉的吸引力的試驗

### 莖的變態

莖的變態很大，許多植物的莖，不能直立，須攀緣在其他物體上的，叫做攀緣莖(climbing stem)。

攀緣的方法很多，如地錦的莖，有許多變成分枝的卷鬚，頂端有吸盤，可以緣牆而上。南瓜的莖，一部份變成細長的卷鬚，能纏繞在其他的物體上，這種莖又叫卷鬚莖(stem tendril)。

## 第 七 十 圖



## 卷 鬚 莖

1 地錦的卷鬚莖

2 葫蘆科植物的卷鬚莖

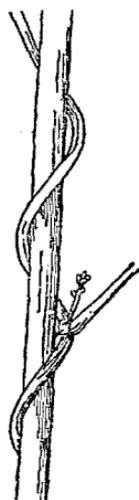
又如牽牛，蔦蘿，菟絲子，紅花菜豆等植物的莖，作螺旋形纏繞在其他物體上，叫做纏繞莖 (twining stem)。

攀緣莖依附在其他物體上，多半是草質，也有變成木質的，如紫藤的莖是。

許多灌木和草本植物，能在靠近地面的葉腋裏，發生纖細的枝，匍匐地上，能逐段發生芽和

## 第七十二圖

第七十一圖



紅花菜豆的纏繞莖



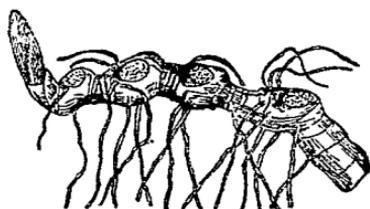
草莓的匍匐枝

根，長成獨立的植物，這種纖細的枝，叫做匍匐枝 (stolon)。

許多植物的莖，橫臥在地面以下，統稱叫地下莖 (rhizome)。沒有綠色而具根的狀態，和根不同的地方，就是有節和節間的區別，節上能生芽

和根。地下莖又有許多種：如竹，蓮，黃精等植物的地下莖，貯藏養料很多，匍匐在地面下，有繁殖的功用，叫做根莖 (rootstock)。許多草類的

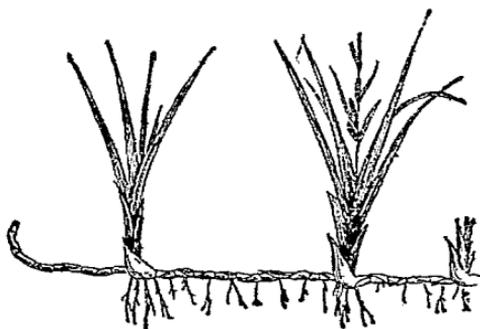
第 七 十 三 圖



黃 精 的 根 莖

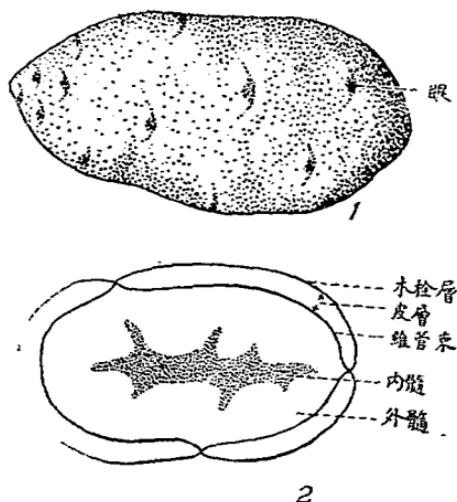
莖，靠近地面，蔓延很快，也有繁殖的作用，叫做匍匐莖 (creeping stem)。其餘如馬鈴薯的

第 七 十 四 圖



莎 草 的 匍 匐 莖

第七十五圖



馬鈴薯的塊莖

1 外形 2 切面

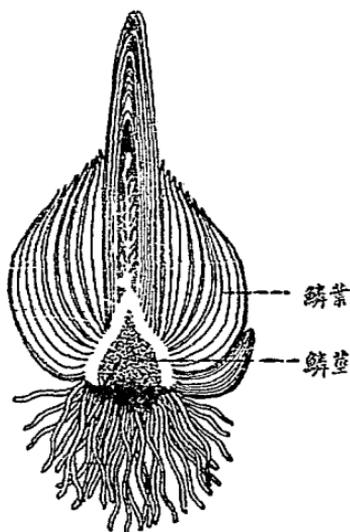
塊莖(tuber)，荸薺和番紅花的球莖(corm)，都肥大而變成儲藏食物的器官。洋蔥，百合，夜蘭香等的鱗莖(bulb)，週圍有肥大的鱗葉，食物多儲藏在鱗葉裏。儲藏的食物，大半是澱粉和糖。

## 第七十七圖

第七十六圖



番紅花的球莖



夜蘭香的鱗莖

(縱切面)

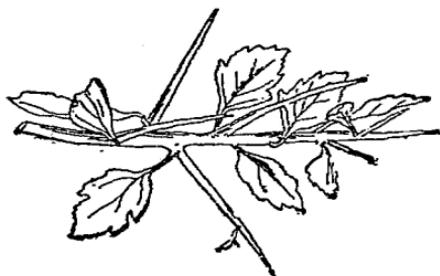
莖生在旱地，因得水很難，葉多變成針形，以減蒸發，莖又變成葉狀有葉綠素，代替葉的工作，如天門冬，這種莖叫葉狀莖 (phyloclades)。又有肥大扁平不成葉狀亦有葉綠素的叫扁平莖 (cladodes) 如仙人掌。許多植物的莖，變成針狀，以防禦動物的侵害，如皂莢，叫做針狀莖 (stem thorn)。

第七十八圖



仙人掌的扁平莖

第七十九圖



山楂的針狀莖

### 莖的繁殖作用

許多植物，能利用莖做繁殖的器官，最普通的有以下幾種：

(1) 根莖和匍匐莖的繁殖作用 根莖和匍匐莖的節上，能產生葉芽和根，葉芽長出地面，發

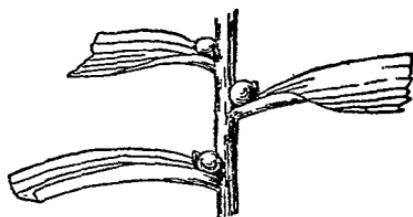
生枝葉，就成獨立的植物。同一莖上，能產生很多葉芽，長成許多獨立的植物。

(2) 匍匐枝的繁殖作用 匍匐枝的繁殖作用，和匍匐莖相同，在着近地面的節上，能生根發芽，長成獨立的植物。薔薇科植物如草莓，懸鉤子等，多用這種方法繁殖。

(3) 塊莖的繁殖作用 馬鈴薯的塊莖上，有許多眼狀的構造，每一眼裏，能長出芽和根，如用人工把塊莖分做幾塊，每塊如含有一個眼，就能長成獨立的植物。

(4) 芽的繁殖作用 許多植物的芽，和母體脫離後，能長成獨立的植物。如百合的葉腋裏，能產生和鱗莖相似的芽，叫做珠芽 (bulbil)，裏

第 八 十 圖



百 合 的 珠 芽

面儲藏養料很多，脫落後，長成新植物。

### (5) 水生植物的繁殖

生在水裏的植物，因為得水非常容易，莖折斷後，每段仍能生活，成獨立的植物。冬芽脫落，也能長成新植物。

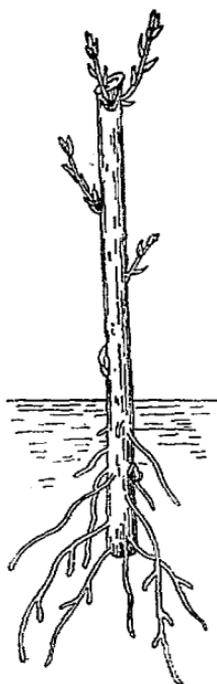
### (6) 人工的繁殖 園藝

上常利用莖的繁殖力，使植物繁殖。普通常用的，有插枝，壓條和接枝三種。

楊柳，玫瑰的莖，插入土裏，就能長成獨立的植物。這種方法，叫做插枝(cutting)。

葡萄，薔薇的莖，使彎屈到地面上，用土掩蓋，生根後，和原來的植物分離，就能長成獨立的植物。這種方法，叫做壓條 (layering)。和匍

第八十一圖

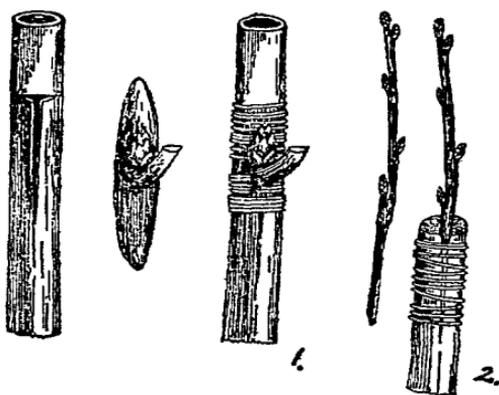


楊柳的插枝

匐枝的繁殖法相似。

把所要植物的枝或芽，接到另一種植物的幹上，用線札緊，不久兩種植物的形成層，能互相接合生長，這種方法，叫做接枝 (grafting)。用

第 八 十 二 圖



接 枝 法

1 芽接      2 枝接

芽相接的叫做芽接。用枝相接的叫枝接。由接枝所得的花和果實，往往比原來的優良。普通的果樹如桃李等，都用接枝以得優良的果實。

莖對刺激的反應

莖對刺激所發生的反應，大都和根相反。如根對地心吸力的反應，是向地心生長，莖的反應是背着地心生長。根對陽光的反應是背着陽光生長，莖的反應是屈向陽光生長。如向日葵的莖的頂部，能隨日光的移動而轉動。

攀緣莖更有很顯明的屈觸性 (thigmotropism)，當和其他物體接觸後，生長的方向，就屈向接觸的一面，結果纏繞在所接觸的物體上。

### 莖和人生

莖裏的韌皮纖維，可以紡線織布，供給人類的衣料。又可以製繩索。中國栽培的纖維植物，以苧麻，大麻，為最要。

莖裏的纖維和木質部的細胞，可做造紙的原料。

木栓層質柔軟而富彈性，不易透水和空氣，可以製木塞。

儲藏食物的莖，可供人類食用，如馬鈴薯，百合，荸薺等，含澱粉糖質很多。甘蔗的莖可以

製糖。稻草，麥稈可以飼牲畜。

樹枝雜草，可供燃料。煤由古代的樹木埋入地中，經高壓力而成。炭是燃燒未完的樹枝。

許多工業用品，亦由莖裏提取。如膠樹產橡皮，漆樹產漆，此外樟腦從樟樹提取，松香取自松樹，檀香可作香料。蒸溜各種木材，可以製取木酒精。許多藥材染料，亦由莖製成。

莖最大的用途，是供給木材。木材的來源有二：一種是裸子植物的木質部，如松杉之類。一種是雙子葉植物的木質部，如楠柳櫟等。二種木材的性質不同，裸子植物的木質部，純由管胞所成，用做木材，大都質軟而勻。雙子葉植物木質部的性質，視木質纖維的多少而定。

高大的樹木，多取於森林，但是森林除供給大量的木材外，對於人類，還有很多的關係，附述於下：

(1) 森林裏的枯枝落葉，腐敗後，變成腐植質，能使土壤肥沃。

(2) 腐植質能吸收多量的水份。森林的根，使泥土疏鬆，能含蓄大量的水，當大雨之後，大部份水多吸入土裏，不致瞬刻泛濫，所以有森林的地方，可以免除水災。含蓄在土壤裏的水，逐漸流到比較低的地方，或成爲泉水，流入溪河，使河流不因雨量少而乾涸。

(3) 樹根能固結沙土礫粒，大河兩岸，如多植森林，可使沙土不被雨水沖入河中，以致淤塞泛濫。

(4) 森林的根，把土裏的水吸引而蒸騰到空氣裏，則以調節空氣的濕度，增加雨量，減少旱災。

(5) 海濱的森林，可以抵禦暴風，免除風災。

(6) 森林地方，必多飛鳥，可以減少農作物的害蟲。鳥糞可作肥料。

(7) 森林裏的溫度，不易因日光而增高，也不易發散而降低，在日間林中的溫度比林外低，

晚上比林外高，因此可以調節附近的氣溫。

(8) 荒山曠地，廣植森林，可以點綴風景。

森林對於人生的關係，既如此密切，而同時又是國家很大的富源，所以政府人民，都應當盡力提倡種植和保護。

### 實驗十 莖的形式

觀察 到野外觀察各種植物的莖。喬木和灌木怎樣分別？喬木樹幹的形式，一共有幾種？

### 實驗十一 莖的外部形態

觀察 到野外觀察各種植物的莖，注意以下各問題：葉在莖上的排列法有幾種？芽的種類有幾？從什麼地方生出？除芽和葉外，莖的外表還有什麼構造？

### 實驗十二 莖的內部構造

材料 馬兜鈴，玉蜀黍和松莖的橫切面。

觀察 (1) 馬兜鈴。用顯微鏡觀察莖的橫切面，認出以下幾種構造。表皮，皮層，內皮層，厚壁組織，薄壁組織，韌皮部，形成層，木質部，射髓，髓。作一略圖表明。維管束的排列怎樣？和根有什麼不同？

(2) 玉蜀黍。比較玉蜀黍和馬兜鈴莖的切面，有什麼異同？

馬兜鈴是雙子葉植物，玉蜀黍是單子葉植物。

(3) 松。松樹的莖裏，大部份是什麼？年輪怎樣造成？樹皮包括那幾部份？作一略圖，並註明各種構造的名稱。

### 實驗十三 水份的運輸

材料 兩個同樣長和粗的樹枝。

方法 將兩個樹枝同時插到有紅顏色的水裏，將一個樹枝上的葉完全摘去，數小時後將樹枝剖開。

觀察 紅水在莖的那一部份上升？上升的速率，在那一個樹枝裏大？葉和水份的上升，有什麼關係？水在沒有葉的莖裏上升，是由於什麼作用？將所得結果，作一簡單的報告。

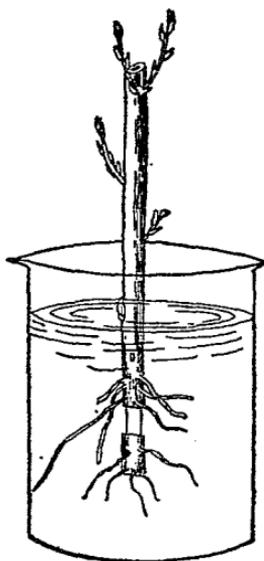
### 實驗十四 食物的運輸

材料 柳樹的枝。

方法 折取柳樹的枝，插入水裏，生根後，把離根約一寸處的樹皮，周圍完全除去約半寸，再插入水裏如右圖。

觀察 數日後，觀察切去部份以上的樹皮上，有沒有根發生？原有的

第八十三圖



試驗食物運輸的裝置

根怎樣？爲什麼？食物由莖的那一部份運送？將實驗結果，作一簡單的報告。

### 實驗十五 變態的莖

觀察各種變態的莖，每種繪一路圖，並註明名稱。

## 第五章 葉

葉是植物最繁複最顯著的器官，扁平而具綠色。唯一的功用，是把由根所吸收的水和溶解的礦物質，和由空氣裏所吸收的二氧化碳，在日光底下，做成食物。世界上所有的食物，最初的來源，都是由葉製造。動物都直接的或間接的依賴植物的葉生活。

### 葉的外形

葉生在空氣裏，形式上和構造上的變化很大，一個模式的葉，可以分做葉片，葉柄和托葉三部。

扁平的部份叫做葉片(blade)。製造食物的工作，都在這一部份舉行。葉片裏有葉脈，就是葉裏的維管束，除運輸水份食物外，還有使葉片展平的功用。

細長如柄的部份，叫做葉柄(petiole)。葉柄使葉片在空氣中得一適宜的地位。裏面的維管

束，是葉和莖中間的交通機關。

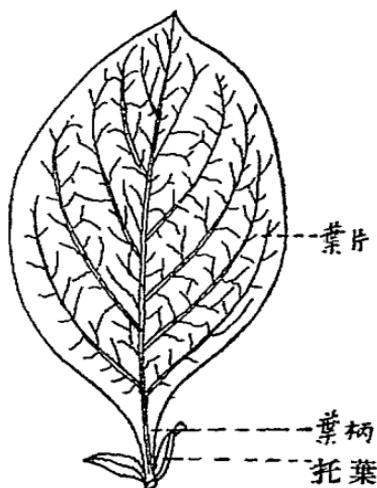
葉柄的基部，有二個托葉 (stipule)。托葉的功用，現在還不很明瞭。

凡三部份都完全的葉，叫做完全葉 (complete leaf)。沒有托葉或葉柄，或二樣都沒有的，叫不完全葉 (incomplete leaf)。

葉片的大小不一，大都因環境的不同而差異。生在熱帶地方的植物，因為溫度高，水份充足，葉片多很大，如芭蕉，棕櫚的葉片，面積可達幾方尺。生在寒冷乾燥地方的植物，葉的面積很小，如松葉變成針形，柏葉有如鱗片。

葉片的形式變化也很大。許多植物的葉片，因環境的關係，分成許多小葉，這種葉叫做複葉

第 八 十 四 圖

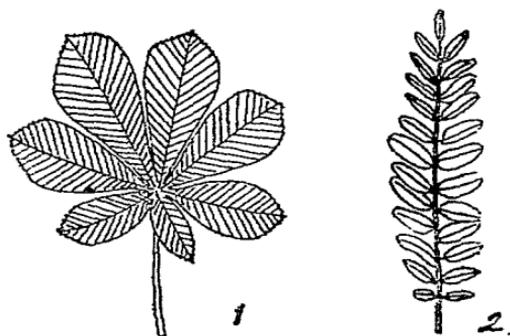


完 全 葉

(compound leaf)。所以別於普通的單葉。

複葉又因小葉的排列不同而分做兩種。成羽狀排列的，叫羽狀複葉 (pinnately compound leaf)。成掌狀排列的，叫掌狀複葉 (palmately compound leaf)。

第 八 十 五 圖

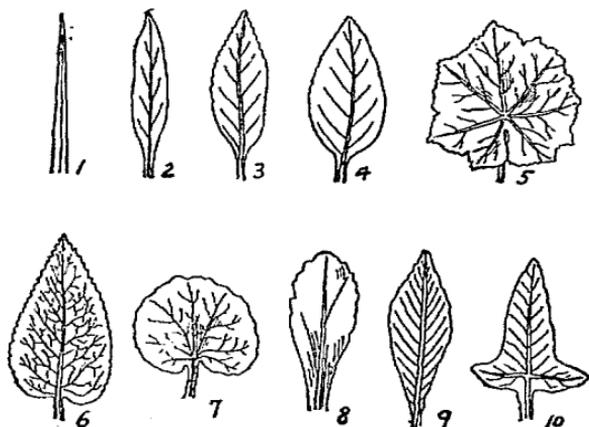


複 葉

1 掌狀 2 羽狀

單葉的形式不一，大概可以分做圓形。卵形和針形三種。如蓮，蓴菜，荇菜和金蓮花的葉，屬於圓形。禾本草，莎草，香蒲，松，杉的葉，屬針形。丁香，女貞的葉，屬卵形。

## 第 八 十 六 圖



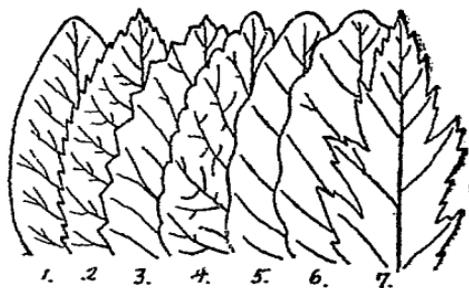
各 種 形 式 的 單 葉

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1 針形  | 2 披針形 | 3 橢圓形 |
| 4 卵形  | 5 圓形  | 6 心臟形 |
| 7 腎臟形 | 8 匙形  | 9 菱形  |
| 10 戟形 |       |       |

葉片的邊緣，又有各種不同的形式。光滑而沒有出入的叫全緣。有齒狀出入的叫鋸齒。出入很深的叫缺刻。缺刻又有羽狀缺刻和掌狀缺刻二種。

葉片的尖端和基部，也有各種不同的形式，在分類學上很重要。

第八十七圖



各種形式的葉緣

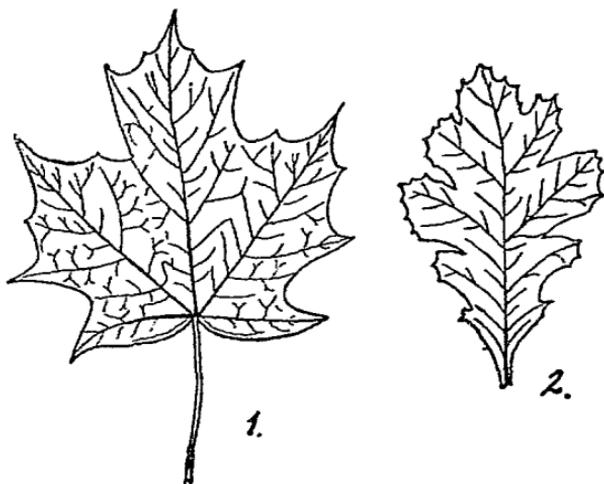
- |       |      |      |
|-------|------|------|
| 1 全緣  | 2 鋸齒 | 3 齒牙 |
| 4 鈍鋸齒 | 5 淺波 | 6 深波 |
| 7 缺刻  |      |      |

### 葉脈的種類

葉脈因分佈方法的不同而分做兩種。如各葉脈互相總錯的，叫網狀脈。不總錯而互相平行的，叫平行脈。

雙子葉植物的葉脈，多屬網狀。網狀脈又分做二種：如從葉柄到葉尖有一主脈，由主脈的兩側，再生出互相總錯的側脈，叫做羽狀脈。從葉柄射出幾條相等的主脈，再從主脈的兩側分出側脈的，叫做掌狀脈。

## 第 八 十 八 圖

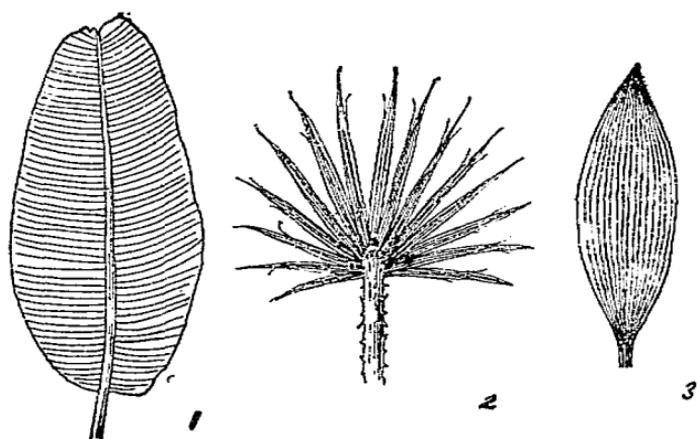


網 狀 脈

1 掌狀 2 羽狀

單子葉植物的葉脈多平行。平行脈又分三種：(1) 各脈從葉的基部直向尖端，始終平行的，叫直出脈。禾本科植物的葉脈，多屬這一種。(2) 從葉的基部到尖端，有一主脈，從主脈的兩側，再分平行的支脈，直達葉緣的，叫做側出脈。如芭蕉，美人蕉的葉脈是。(3) 葉脈從葉片基部向葉緣射出如扇狀的，叫射出脈。如棕櫚

第 八 十 九 圖



平 行 脈  
 1 側出 2 射出 3 直出

的葉脈是。

### 內部構造

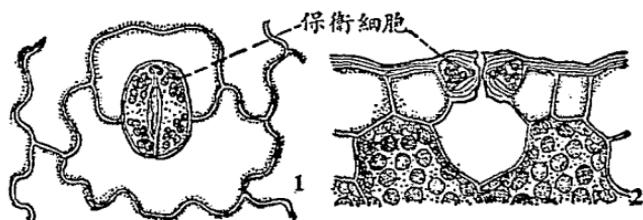
葉裏的組織，可以分做表皮組織，綠色組織和維管束三種。

(1) 表皮組織 在葉的最外面，通常由一層扁平而排列很緊密的細胞組織而成。功用和莖上的表皮組織相同。表皮的外面常有一層不透水的角質或蠟質，保護葉裏的水份，不使蒸發。在葉

反面的表皮上，常生有各種式樣的毛，有減少水份蒸發的功用。

製造食物和呼吸，都需要大量的空氣，在表皮組織上，有許多通空氣的小孔，叫做氣孔 (stoma)。氣孔通常多生在背光的葉面，因為向光

第 九 十 圖



氣 孔

1 氣孔的表面

2 氣孔的切面

的葉面，水份容易從氣孔蒸發。直立的葉面，二面受光的強弱相仿，所以氣孔在兩面都有。浮在水面的植物，得水非常容易，氣孔多生在葉片的上面。完全沈沒在水裏的植物，能利用溶解在水裏的空氣，葉面上沒有氣孔。

空氣可以從氣孔裏流通，水份也可以從氣孔

失散，所以氣孔一定要有特別的構造，去調節空氣的流通和水份的蒸發。

氣孔是一個狹長的裂縫，兩旁有兩個半月形的細胞，叫保衛細胞(guard)，管理氣孔的開閉。如葉裏的水份很充足，保衛細胞就向兩旁膨脹，增加氣孔的面積，使空氣流通容易。如水份缺少，保衛細胞萎縮而向中間伸直，關閉或縮小氣孔，節制水的蒸發。

(2) 綠色組織 綠色組織在上下兩層表皮中間，是葉裏最重要的部份。綠色組織的細胞壁很薄，細胞裏有許多葉綠粒，葉綠粒裏面含有葉綠素，是一種綠色的色素，植物的綠顏色，都由於這種色素，植物所以能製造食物，也是依靠這種色素。

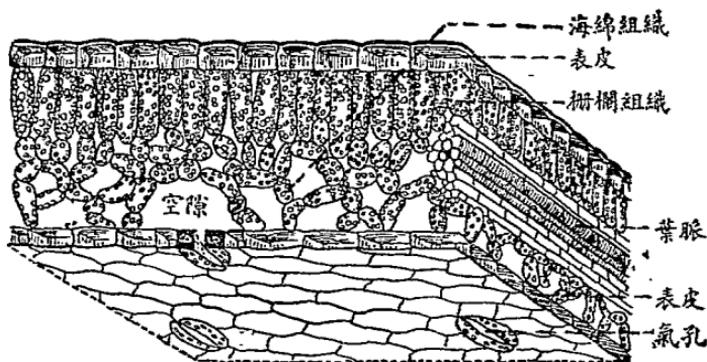
綠色組織因細胞排列方法的不同，又可分做兩種：靠近上層表皮的細胞是圓筒形，排列得非常緊密整齊，好像柵欄一樣，叫做柵欄組織(palisade tissue)。圓筒的方向，和表皮成直角，

這種排列方法，可以使細胞裏的水不容易蒸發，而每個細胞都能得到適量的陽光。

柵欄組織在普通的葉裏只有一層。生在乾燥地方的植物有二層或三層。生在水裏的植物沒有柵欄組織的區分。

靠近下層表皮的細胞是卵圓形，裏面所含的葉綠粒不多，細胞的排列很鬆而不規則，好像海綿一樣，叫做海綿組織 (spongy tissue)。海綿組

第 九 十 一 圖



葉 的 切 面

織裏的空隙很多，空氣進氣孔後，可以在海綿組織裏自由流通。

海綿組織的細胞裏，葉綠粒比柵欄組織的細胞少，所以製造食物的能力也小。

(3) 維管束 根莖葉裏的維管束，都互相連接而成一整個的系統。葉裏的維管束，是由莖裏分出，經葉柄到葉片，愈分愈細，密佈在葉片的全部，肉眼所能看到的葉脈，就是比較大的維管束。

維管束在綠色組織的中間，最外面有一層大而厚壁的細胞，叫維管束鞘。有運輸糖液的功用。

維管束鞘裏的組織，分韌皮和木質兩部。韌皮部靠近葉的下面，木質部靠近葉的上面，構造和功用和莖裏的韌皮木質相同。

木質和韌皮兩部，在主脈裏很多，葉脈愈分愈細，木質和韌皮部也愈分愈少。最細的葉脈裏，祇含有一個管胞和一個篩管。

### 植物的營養

食物的製造 植物的食物，共分做三類：

(一)碳水化合物，(二)蛋白質，(三)脂肪。三類食物，都由植物自己製造。最初造成的是碳水化合物；其餘二類，都由碳水化合物變化而成。

製造碳水化合物的原料是水和二氧化碳。水的來源，由根毛在泥土裏吸收。二氧化碳是直接從空氣裏得來。普通一萬份空氣裏，含有三份二氧化碳。當空氣經過氣孔而在海綿組織裏流通時，所含的二氧化碳，就溶解在細胞表面的水裏，變成碳酸，然後透到細胞裏面。

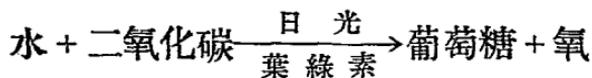
製造時所需的能力，就是日光。製造的機器是葉綠素。換句話說，就是葉綠素在日光下，使二氧化碳和水化合而成碳水化合物。這種作用，叫做光合作用(photosynthesis)。葉綠素日光二氧化碳和水，都是光合作用的必需條件。缺少一樣，作用就不能起。

日光是光合作用的必需條件，可用很簡單的試驗證明。把受試驗的植物，先放在黑暗的地方，二三天後拿出，用黑紙或暗夾遮蓋葉的一部

份，然後放在日光裏。二小時後，把葉摘下，先用酒精溶去葉裏的葉綠素，再加上碘的溶液，碘遇到澱粉立即變成藍色，葉遮蓋的部份，和碘不起作用，就是表明遮蓋的部份，沒有起光合作用。

二氧化碳和葉綠素是光合作用必需的條件，亦可用相類的試驗證明。

光合作用所發生的作用，可用下面的公式表示：



光合作用的出產品是葡萄糖和氧。葡萄糖是植物的食物，氧是副產品，由氣孔放到空氣裏。

葡萄糖是液體，可由韌皮部運送到植物體的各部。多餘的葡萄糖，能經過細胞裏另外一種質

第九十二圖



試驗日光是光合作用必需的條件

體的作用而變成澱粉。澱粉是固體，可以儲藏在細胞裏。葡萄糖又能經過複雜的變化而變成果糖蔗糖和纖維質。以上的幾種食物都屬於碳水化合物。

葉裏的細胞，能使葡萄糖和根所吸收的氮和硫的化合物起作用而變成蛋白質。

脂肪也由葡萄糖變化而成，是液體，和水不相溶，可以成油點儲藏在細胞裏。植物的種子裏，儲藏脂肪很多。

食物的用途 食物的用途有二種：(一)製造軀殼和原形質。(二)供給生活所需要的能力。此外多餘的食物，完全儲藏在細胞裏，以備開花結實，或冬季休眠後到來春發芽時之用。

三類食物的功用，各不相同。纖維質造成植物的軀殼。蛋白質造成原生質。糖類和脂肪發生能力，維持植物的生活。

食物製造植物體或發生能力，先要經過以下的幾種變化：

消化作用 ( digestion ) 食物必先溶解在水裏，然後可以進行各種生理作用。大部份食物如澱粉，脂肪，蛋白質等，要先經過一種變化，方能在水裏溶解，這種變化，叫做消化。

食物的消化，是由於酵素(enzyme)的作用。酵素是細胞的分泌物。一種酵素，只能使一種食物消化。同樣一種食物，只有一種酵素能使牠消化。

同化作用 ( assimilation ) 已經消化的食物變成原形質的一部份，叫做同化。同化作用使沒有生命的化合物變成有生命的原形質，而能使消化的食物起同化作用的，只有已有生命的原形質本身。所以有生命的物質，都是從已經有生命的物質產生出來。

呼吸作用(respiration) 原形質的一部份，和空氣裏的氧起作用而發生能力，這種作用，叫做呼吸。呼吸作用所發生的變化，完全和光合作用相反。

葡萄糖 + 氧  $\rightarrow$  二氧化碳 + 水

在光合作用時所吸收陽光裏的能力，到呼吸作用時完全放出，供給植物的生活。二氧化碳和水，是沒有用的副產品，仍放到空氣裏。植物沒有特別的呼吸器官，氣體大都從氣孔出入。

有生命的物質，時刻需要能力，所以呼吸作用，也不能一刻停止，不過植物在日間，由呼吸所放出的二氧化碳，立刻可以做光合作用的原料，所以外表上不很顯著。試驗植物的呼吸，最好用將萌發的種子，因為種子沒有光合作用，而祇有呼吸作用。把許多種子放在瓶裏，使牠萌發，瓶口用蓋塞緊，使空氣不能流通，一二日後，用燃着的燭，插到瓶裏，火立刻熄滅。這種現象，是表明瓶裏沒有氧而多是二氧化碳。

呼吸作用和光合作用的不同點，有以下幾條：

(一)光合作用吸二氧化碳而呼氧，能使空氣新鮮，有益於人生。呼吸作用吸氧而呼二氧化

碳，和人的呼吸完全相同。

(二)光合作用須賴日光，所以只在日間有，呼吸作用供給能力，沒有一刻停止。

(三)光合作用儲藏能力，呼吸作用發放能力。

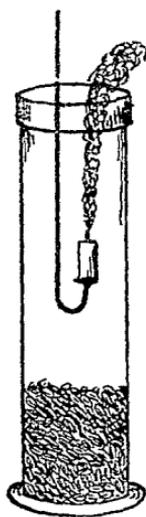
(四)光合作用限於有葉綠素的細胞，呼吸作用凡在有生命的細胞都屬必需。

代謝作用(metabolism) 光合，消化和同化三種作用，是使無生命的物質變成原形質，叫做組成作用。呼吸作用使原形質分解而變成無生命的物質，叫做分解作用。組成和分解合稱代謝作用。或稱新陳代謝。有生命的植物，時刻都在新陳代謝之中。

### 水的蒸發

水對於植物，非常重要。植物體的成份，百分之七十五到九十是水。水是製造食物的原料。

第九十三圖

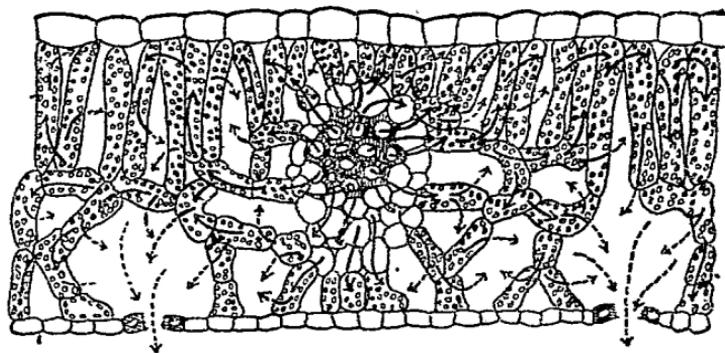


呼吸的試驗

各種生理作用都要在水裏舉行。營養原料和食物，要先溶解在水裏，纔能吸收和運輸。水在細胞裏發生膨壓，能使柔軟的細胞緊張。

生在空氣裏的植物，水份很容易蒸發，蒸發在葉面最快。葉因為需要很多的空氣，所以有氣孔，使空氣流通，但是空氣流通，水份的蒸發，

第 九 十 四 圖

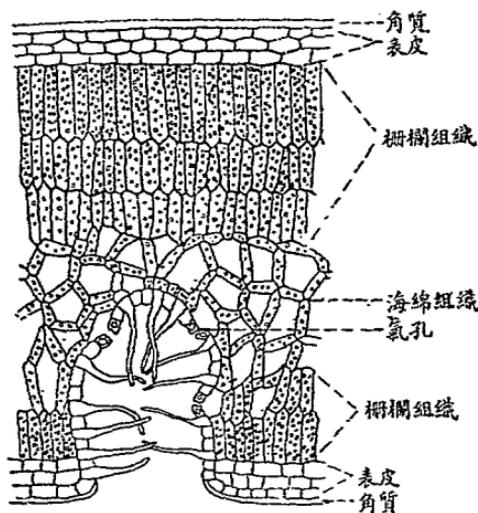


水份在葉面的蒸發 黑線箭頭示水流行的方向  
向 虛線箭頭示水氣流行的方向

就不可避免，蒸發過多，植物就有死亡的危險。氣孔兩旁的保衛細胞，能視水份的多少而節制蒸發。生長在乾燥地方的植物，另有種種特別的構

造，以減少蒸發。如夾竹桃的葉，有很厚的角質，表皮底下還有二三層和表皮同樣的構造叫下皮，柵欄組織，上下兩面都有，上面的有三層厚，氣孔都生在向內凹進的穴裏，穴裏有很多的

第九十五圖



夾竹桃葉的橫切面

毛，可以保持濕度而減少蒸發。又如松葉變成針形，亦是減少蒸發的面積。

過量的蒸發，對於植物有害，但是適量的蒸

發，於植物亦有利益。水在葉面蒸發，能使維管束裏的水，流行很快，根毛吸收水份的量增加，水裏溶解的礦物質，得隨水運到葉裏，綠色細胞，能得多量的礦物質，去製造食物。

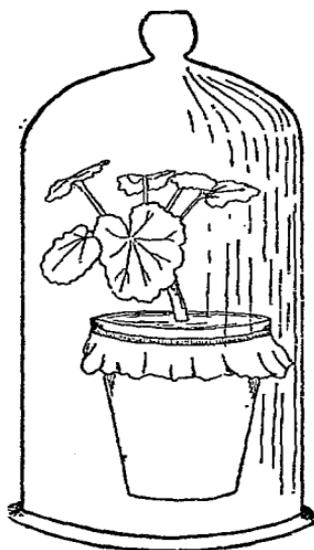
水份的蒸發，又能吸熱，使葉的溫度，不因強烈的日光而增高。

水的蒸發，可用很簡單的試驗表明。把栽在盆裏的植物，罩在玻璃罩裏，花盆的面上，用紙封好，使泥裏的水份，不能蒸發。數小時後，可見水氣在玻璃上凝成水點滴下，這許多水滴，都從植物裏蒸發出來。

### 葉的脫落

樹木因葉的脫落與否而分做二種：凡葉到冬天脫落的叫落葉樹(deciduous

第九十六圖



試驗水的蒸發

tree)。不脫落的叫常綠樹 (evergreen tree)。

葉的脫落，和水有密切的關係。冬天的土壤，含水很少，當土壤的溫度到冰點時，植物的根，不能吸收多量的水，以供給蒸發和製造食物，水份供不應求，對於植物有很大的損害。葉的脫落，減少水份的蒸發，同時植物到冬天，代謝作用的速率很慢，儲藏的食物，足夠供給牠生活，所以葉脫落對於植物並沒有損害。

常綠樹的葉，都有特別的構造以抵禦寒冷和乾燥的環境。或有很厚的角質或蠟質，或有很厚的絨毛，或是葉的面積很小。

生長在熱帶地方的植物，因為水份和溫度，終年沒有很大的變化，所以通常樹木的葉，都不脫落。但在有雨季和旱季的地方，有旱季落葉的樹木。

### 葉的變態

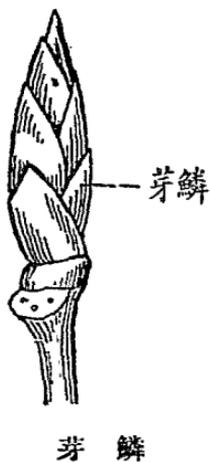
許多植物的葉，完全改變原來的狀態，而做其他的工作，叫做變態的葉。

儲藏水份和食物的葉，大都肥大，如百合，洋蔥，鱗莖上的葉，儲藏食物很多，叫做鱗葉 (scale leaf)。

芽的外面，常有堅硬的鱗片，以保護幼嫩的組織，叫做芽鱗 (bud scale)，是由葉變成，沒有葉柄，直接和莖相連，沒有葉綠素，表面常有樹

第九十八圖

第九十七圖



豌豆的卷鬚葉

脂或細毛。芽開放後，芽鱗不久脫落。

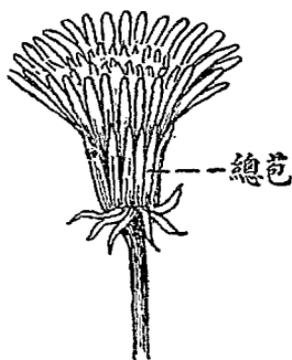
葉片有變成細長的卷鬚，攀附在其他物體上的，叫做卷鬚葉。如豌豆的卷鬚，由複葉的前部變成。卷鬚葉和卷鬚莖一樣，也有屈觸性。

葉有變成尖刺的，叫葉刺 (leaf thorns)，如仙人掌生在極乾燥的地方，葉變成刺以減少水的蒸發。

植物的花，都由莖的頂部變成，花軸或花托是莖的頂端，花萼花瓣大蕊小蕊由葉變成，叫做花葉；花下的小葉，叫做苞，許多苞叢生在一起叫總苞。

有幾種植物能捕捉昆蟲，作為食物，叫做食蟲植物 (insectivorous plant)。捕捉昆蟲的器官，多由葉變成，如生在水裏的狸藻，一部份的葉，變成小囊，昆蟲誤入囊中，就不能出，囊壁

第九十九圖

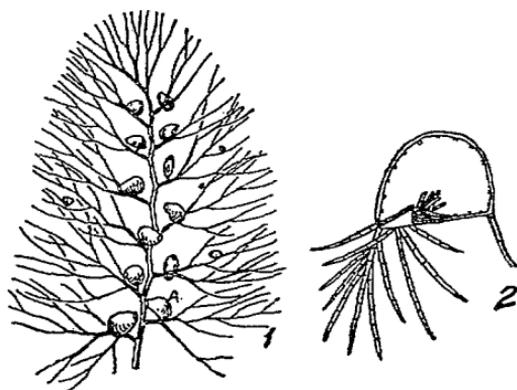


蒲公英的總苞

上的毛，分泌消化液，把昆蟲消化後，吸收到細胞裏。茅膏菜的葉上，有許多細長的毛，頂端有膠黏的液體，昆蟲一被黏住，毛即向裏彎曲，再行消化。

托葉亦有各種變態：如薔薇，刺槐的托葉，變成尖刺，以防禦禽獸的踐踏；莖菜的托葉，變

第 一 百 圖



狸藻的捕蟲囊

I 捕蟲囊      2 捕蟲囊的縱切面

成葉狀，製造食物；菝葜的托葉變成卷鬚，做攀緣的工作；蓼科植物的托葉，變成葉鞘；鵝掌楸的托葉，變成芽鱗，做保護的工作。

第一百二圖

第一百一圖



芽 膏 菜



各種變態的托葉

- 1 大戟科植物 2 茜草科植物  
3 蓼科植物 4 鵝掌楸  
5 堇菜科植物

葉的繁殖作用

植物用葉蕃殖的很少，屬於景天科的一種植物叫 *Bryophyllum* 的，能在葉的邊緣長出枝葉，而成一新植物；屬於菊科的一種植物叫東風菜的，

也能在葉上長芽，發長成新植物；屬於百合科的一種植物叫 *Sansevieria* 的，如把牠的葉片，碎成許多小塊，放在泥土裏，每一塊碎葉，能發芽長成一新植物。

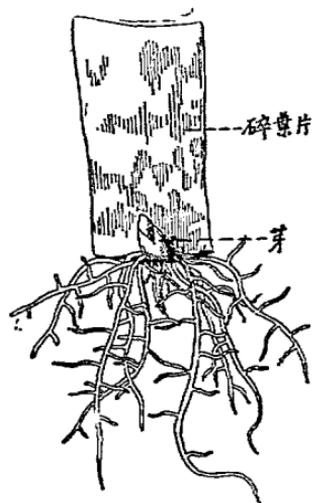
### 葉和人生

世界上能從無機物製造食物的，只有綠色植物，其餘一切生物，都間接的或直接的依靠綠色植物生活，人類亦不能例外。綠色植物製造食物最主要的器官是葉，葉的重要由此可知。

葉有直接供人食用的，如白菜，芥菜，菠菜，蔥，韭，芹等；煙草的葉用以製煙；茶葉是我國主要的飲料；世界其他各國嗜好飲茶的也很多；牧草可以飼家畜；桑葉可以飼蠶。

許多植物如老少年，槭，芭蕉，棕櫚等的

第一百三圖



(*Sansevieria*)  
葉的繁殖作用

葉，可以供人類觀賞。秋天的紅葉植物，完全以葉的秋色著名。

葉能因光合作用呼出氧氣，使空氣清潔，所以花木能增進人的健康；但葉在夜間只有呼吸作用不能呼出氧氣，所以在晚上將植物放在寢室裏，於衛生無益。

### 實驗十六 葉的外形

觀察 向野外觀察各種樹木花草的葉，注意以下各點：

一個完全葉包括幾部份？單葉的葉片概括起來有幾種形狀？葉緣的形式有幾種？複葉共有幾種？單子葉植物和雙子葉植物的葉有什麼分別？網狀脈和平行脈各分成幾種？

### 實驗十七 葉的構造(一)

材料 鳶尾花和天竺葵的葉。

方法 將表皮撕下放在顯微鏡下觀察。

觀察 表皮細胞的形式怎樣？排列怎樣？氣孔的構造和分佈怎樣？爲什麼？鳶尾花和天竺葵的表皮有什麼異同？

### 實驗十八 葉的構造(二)

材料 桃葉的橫切面。

觀察 用顯微鏡認出以下各部份：表皮，氣孔，柵欄組

織，海綿組織，維管束，繪圖並註明各部份。

## 實驗十九 日光和光合作用

材料 生長很繁盛的植物。

方法 把受試驗的植物，放在黑暗的地方約二三日，使葉裏的儲藏食物都已用完。拿出後，用黑紙或暗夾遮蓋葉的一部份，然後放在陽光下，數小時後，將葉摘下，除去黑紙或暗夾，先用酒精溶去葉綠素，再浸在碘的溶液裏。

觀察 葉的那一部份變藍？那一部份不變？變藍的部份表示裏面含有澱粉，日光對於食物的製造有什麼關係？將結果作一簡單的報告。

## 實驗二十 光合作用的放氧

材料 生長很繁盛的水生植物。

方法 將水生植物放在玻璃缸裏，上面蓋一漏斗。漏斗的玻璃管外，套一盛滿水的試驗管。（如右圖）將全部裝置放在陽光裏。

觀察 水生植物的葉面有無氣泡發

第一百四圖



光合作用放氧的試驗

生？玻璃管裏的水完全被發生的氣體代替後，將玻璃管直立立刻插入燃着的木片，木片的燃燒是否加烈？氣體中只有氧有助燃的性質，由葉面發生的氣泡是那一種氣體？

### 實驗二十一 呼吸作用

材料 將萌發的種子。

方法 把種子放在瓶裏使牠萌發，瓶口用蓋塞緊使空氣不能流通，數日後用燃着的木片插入瓶口。

觀察 火焰是否立刻熄滅？木片的燃燒由於氧的化合作用，瓶裏缺少何種氣體？用石灰的溶液倒入瓶裏，搖動數次，石灰的溶液起什麼變化？二氧化碳遇到石灰的溶液能發生白色的沈澱，瓶裏的氣體是那一種？呼吸作用須吸收那一種氣體發那一種氣體？和人類的呼吸是否相同？和光合作用有什麼異同？將結果作一簡單的報告。

### 實驗二十二 水份的蒸發

材料 生長很繁盛的植物。

方法 將植物連花盆統罩在玻璃罩裏，花盆的面上預用紙封蓋，使土裏的水份不能蒸發，將整個裝置放在陽光下。

觀察 數小時後玻璃罩上發生什麼現象？水滴怎樣生成？水對於植物有什麼重要？水份的蒸發對植物有什麼利害？植物用什麼構造節制水份的蒸發？報告所得的結果。

實驗二十三 變態的葉

觀察 到園中或野外，觀察各種變態的葉，每種繪一略圖，並註明名稱。

經月十年二十二於書本  
定審部育教府政民國  
照執號六第字教到領

中華民國二十二年七月初版  
中華民國二十三年五月益版

\*\*\*\*\*  
\* 有 所 權 版 \*  
\* 究 必 印 翻 \*  
\*\*\*\*\*

初級中學用  
(一〇四九九)

復科書與植物學二册

上册定價大洋伍角  
外埠酌加運費匯費

編者	童致棧
校訂者	胡先驥
主編兼	王雲五
發行人	上海河南路
印刷所	商務印書館
發行所	上海及各埠商務印書館

(本書校對者喻飛生)

☆B八二四

商



伍角