

美國哥倫比亞
大學生物學學士

盧開道編

植 物 學 講 義

甘鵬主題

植物學講義序

深山峻嶺。松柏千尋。雪地冰天。穿雲蔽日。此朔方之植物也。茶花杜鵑。滿山紅紫。綠蕉翠竹。嚴冬不凋。此南州之植物也。方域寒燠。氣候各殊。黃壤黑墳。土宜攸別。弱女採桑。利被天下。農夫播種。粒食萬方。杞梓楸枿。竹頭木屑。宮室閭闔。舟車運輸。生事所需。咸賴乎是。薑桂朮苓。回生起死。斷莖寸草。積瘥霍然。造物有靈。蘊育無盡。欲窮美備。莫可殫言。小子誦詩。多識草木。爾雅箋釋。僅及名詞。伊古以來。專書罕覩。零縑片楮。雜列九流。農醫二家。頗有撰述。賈氏要術。旁摭異聞。周藩本草。意在救荒。光啓全書。規模略具。滙歸總集。俟諸後賢。明李時珍之本草綱目。清吳其濬之植物名實圖考。蓋已極斯學之大觀矣。海通以還。相形見絀。考工製器。多假外來。彼邦學人。競新標異。分業分工。益加鑿密。解剖以極變化之妙。顯微以濟目力之窮。用能品物繁殖。民殷國富。有由然也。從子開運。誠篤好學。性喜植物。留學新大陸。專攻生物學。歸國後。任各大學講席有年。頗有心得。余閱其所編

植物學講義。文字明瞭。圖解詳晰。足慰老懷。亟爲印行。以貽學者。余弟慎之。曩官京曹。卜居城東。頗饒花木之勝。家人父子。讀書窮理。藤陰竹几。互相撰箸。至足樂也。夫經國者不知民生利病疾苦之由。則不能以臨民。理財者不知生衆食寡爲疾用舒之道。則不能以裕國。治水者不知疏濬導防之法。則不能以興利除害。惟植物亦然。順其性而培植之。去其蠹而灌溉之。皆爲嘉卉良木矣。然非學不足以語此也。昔英人赫胥黎。覩植物之繁榮萎落。創爲物競天擇之說。遂啓歐洲大戰之局。此真天地不仁。芻狗萬物矣。不知上蒼好生之德。萬化同春。誠能心凝目驗。別性辨形。本吾儒致知格物之功。爲利用厚生之本。則所被於羣倫者。視赫氏殘酷不仁之論。其爲功罪。豈可以道里計哉。七十有五知止老人沔陽盧靖序。

劉和博士序

農業科學未發達以前，我國農民對於農業知識，超乎世界各國農民之上；蓋農業歷史之長久，與務農人數衆多之使然也。然自科學昌明後，歐美各國之於農業，反著先鞭，致我號稱農業先進之中國，不得不仰給於他人：各種農產品及種籽之輸入，日多一日；此無他，不重視植物學之研究，乃其中最大之要因也。植物之生長於天然界中，種類繁多，功用不同，形體亦異；且時有變化。故未研究形態學者，無從辨識其種類；未研究育種學者，不能追究其變化之趨向，而利用之，況氣候土壤及其他一切天然要因，皆可影響於植物之生長；未研究形態學者，無從而知各種植物之生長特性；未研究生理學者，無從而知各種植物所恃以生長之食料。歐美各國，對於上述各種科學，均加以充分之研究，故其農產物之品質，自較我國者爲佳，而產量亦自較富。今日我國之談農業建設者，已大有人在，農業學校亦各地皆有；但欲求根本的農業科學化，須以研究植物學爲前題。盧君以多年對於植物學之研究，彙集成書，俾有志從事於農業之學子，

可免苦讀西文課本之困難，既能省去攻讀西文之時間，又能增植物學識普及於我國之可能性，盧君之著作，利益於我國，豈淺鮮哉！

劉和序於燕農園

遺傳學與植物學

李汝祺

遺傳學家是對於科學方法力精圖治者，是用這方法追求生物原理者；無論動物植物，皆可作他們底研究材料。不過，植物有幾個特點是很適宜於遺傳試驗；所以植物常為遺傳家所重視，研究遺傳學者亦就對於植物學特別注意；間接着或直接着，植物學家對於遺傳學上有許多供獻。

就歷史上看來，第一對於遺傳有所發明者，可以說是植物學家；克魯路透 Kōlreuter 在十八中紀時，用烟草屬底植物來試驗，發現了三個原理：（一）植物底結子與動物的作胎相同，兩項皆由兩性交配而來。所以在雜種的遺傳上，由花粉方面傳來的個性與由卵子傳來的一樣有效力。（二）兩種不同且相差甚遠的植物交配之後，生出雜種的個性，往往介乎她底父性與母性之間。這樣表現在植物的大小，長短輕重等性質，尤為顯著。（三）如果這個中間性的雜種，再與有父性（或母性）的交配，接連兩三代後，雜種的個性能夠漸漸變化為純粹的父性（或母性），與完全純種相彷彿。

克魯路透這三項原理的發明，至今仍然尊為定論。繼克魯路透而起者如英之愛提(1799)高斯(1822)法之奧殿(1862)對於遺傳學上均有重要的供獻。他們所用為研究的材料全是植物，亦可以說他們全是植物學家。

最末到了曼德Mendel(1822—1884)；他用豆子，在他的僧院花園裏，辛苦了八年研究他們的遺傳，結果是發明了兩條曼德定律，那凡有生物學知識的人皆能道及，不用再為詳說。我們到現在仍然崇拜曼德為遺傳學第一個發明家；他底兩條曼德定律仍然奉為根本上最要的遺傳定律。曼德個人可以說不是植物學家，亦不是動物學家；不過他所用為試驗之物是豆子，豆子自然是植物；而且他的試驗成功，可以說一大部分由於他當初選擇這種植物而來：由此看來，植物在遺傳學上惟一最要的發明，頗有可紀念。

歷史上遺傳學與植物學的關係是如上所述。近來在二十世紀，遺傳學底進步總算是一日千里，他的發展亦是蒸蒸日上；研究遺傳的人亦日見增加。然而此中供獻最多，聲名最昭著者，仍然是植物學兼遺傳學家。如地福瑞 de Vrie 哥芝 Gates 蕭魯 Shull 等，他們

皆是研究待霄草 *Oenothera*；其他如博雷克斯理 Blakelee 之於曼陀羅 *Datura* 易斯替 East 與愛莫遜 Emerson 之於玉蜀黍 *Corn*；賀斯替 Hust 與貴高瑞 Gregory 之於玫瑰花；包爾 Baur 之於龍頭花皆有重要的發明。此外人數尚多，不勝例舉。幸而動物學家毛爾根 Morgan 發現果蠅，用牠研究，創立了幾個遺傳新學理，不然，到了今日遺傳學仍隸於植物學家惟一範圍之下。

植物能在遺傳學上占了這等重要的位置，並不是偶然，實在有相當的原因；這個原因可以說是牠們有五個特點最合宜於遺傳上的試驗；

第一，植物較比動物容易繁殖，尤其是在試驗景況之下容易滋生。這亦是因為植物較比動物在營養上，在環境上的需要較比簡單，較為容易供給；所以在動物不能生存之下，植物仍可以支持；在動物萬難應付之地，植物尚可以滋生。

第二，植物往往能由自花受粉而結子：保存個性的純潔，那是再沒有更好的善法；就是欲使一個生物底個性純粹，植物因為有此特能，試驗起來，總是比較動物容易生效；自花受粉比較動物底近親交配，當然是事半功倍。

第三，植物不止於能自花受精，亦極便於作雜交的試驗。在花未開放之前，雌蕊尙未成熟之時，把花冠輕輕剖開，割去雄蕊。再將花用紙仔細包好，到雌蕊成熟時，即可與他種不同之花雜交。除非花冠太小，這幾樣手術是很易作到。

第四，植物每次所結的子，爲數甚多，可以作統計上，與數學上的考究。要知曼德之所以能發明他底曼德定律，全是由於他底數學上考究；以至現今，無論何種遺傳上重要的發明，何種新定律、新理論，無一不是經過用算學考究試驗的結果而來的。所以試驗得的數目多少與試驗底結果能否作統計的考究，很是一件最大的需要；這種需要用植物試驗比用動物—尤其是高級動物—易於供給應付。

第五，植物底個性 如枝葉之形態，花之顏色，組織，花蕊之數目，大小，長短，果子之顏色，形態，皆是極顯明，清楚，容易分晰；尤其是，在這以上幾類個性上，變態，突變，非常之多，有無窮無盡的機會可以試驗牠們的遺傳。在這一點植物亦是較比許多動物爲適宜的。

植物對於作遺傳研究幾個美點是如上所述，然而牠

們不是盡美盡善。一點缺欠沒有的？現在我們再把牠不適宜於作遺傳研究的兩點考慮一下：

第一個缺欠就是植物底世代與世代時間的距離太長。普通的植物，往往一年之中只結子一次，或兩次，此間第一世代與第二世代之相隔比較動物爲久；因此一個簡單的試驗有時須要一年或兩三年始能結束。這是最明顯最不合宜的一缺點。

第二個缺欠是植物，尤其是高等植物，兩性一體，不能作雌雄性的遺傳研究。實在說起來，連植物性的染色體，我們所知無幾；這個問題並不是沒有人研究，不過因爲實際上的艱難，不容易得結果。在下級植物，幸而阿蘭 Allen 尚有所供獻。

除以上二點外，植物的確是極好的材料；牠們在遺傳學上的地位是有增進而無退敗。就現在說起，有花植物研究出來的成績最多；但在將來最有希望，最可注意的是下級簡單植物，如蘚苔類，菌藻類等。此中尤其是藻類前途更外的光明，將來有許多遺傳學上根本的發展全靠在牠們身上。有兩因原，可以證明此論：第一，下級植物，如藻類，組織簡單；牠們底個性爲數既少，且極顯著，易於考究。第二，藻類底有性

世代 Gametophyte 是最要緊的時期，可是在這個世代，牠們的染色體只有單數 Haploid。這種情形，無論動物與高級植物是沒有的；惟有藻類植物有此特點。研究牠們遺傳的人尙少，德國的帕謝 Pascher 是一個惟一的研究家，他所發表的研究，只有一二篇；所以在這上的工作還是創立新門路，前途未可限量。

盧開運先生請我作一篇文章，題目又由他指定爲遺傳學與植物學。我既不知道多少遺傳學，對於植物學更是門外漢，文章又荒棄已久，這個重大的責任，實在是不敢擔當；不過因爲承開運先生的盛意，義不容辭，拉雜寫出此篇，仍請讀者原諒。

劉毅然序

藥材之來源有三，動物界，金石界，與植物界。取自動物界者，僅數種而已；取自金石界者較夥；然大數與其最普通用者則皆取自植物。例如；大黃，鴉片，麻黃，甘草，桂皮，蓖麻，大麻子等，均為中西並重之藥品也。

(一)，我國之本草綱目集成於十六世紀之末，其內容之豐富遠超於他國同時所著同類之書。所惜者他國漸漸將植物自然法分門別類。每種藥用植物，用科學名語解釋之外，復加以圖畫，使用者明瞭其天然態勢。而我國今日仍依本草綱目為醫藥界之聖經，其中植物之藥品無種屬之別，例如在華北之烏頭有三四種；大黃二三種；麻黃至少二種；車前三種；遠志二種。種雖同屬，而性質各異，然採者用者不識其別，魚目混珠，同流入於市內，遺害匪淺！故今日植物分類學家 Taxonomist，宜即將各種藥用植物，分別清晰，詳加解釋，標以圖畫，裨研究華藥者，有所依據！

(二)，採藥者多本地土人，無植物之常識，不免有張冠李戴之病；且深山採取，時財皆不經濟。今日泰

西及東洋嘗有廣大之植物園，專門栽培藥品；故今日植物環境家 Ecologist，宜即研究各種藥用植物原來之地勢，氣候，與土脈，以便栽種時效學其天然之生態，如此其藥性或無大變！

(三)，貴重之藥品，多由奸商加雜劣貨，門外漢往往受其騙，成塊者尙易判別，挫成細末者，則非顯微鏡無從考查；故今日植物組織學家 Histologist，宜即將各藥內部之組織網珠之形勢，描畫清晰，希得提高我國藥品之成色！

植物學既爲研究華藥之基本，盧君之新著，與我國植物界，醫藥界之捐助，當非淺尠！拉雜數語，謹以賀之！

劉毅然識

植物學講義自序

宇宙之玄妙，有過於生機物者乎！其始也不可測，其終也不可測；僅就吾人所知，其由簡而繁所演出之象，因新環境所發生之新組織，即足以供吾人無窮之研究也。

世稱生機物有動植之別；然二者異名而同源，故其組織及生機物應有之特點，二者無殊。本書屬論雖限於植物，而其可以代表有生機之物而明晰生機之象，則不亞於動物也。

生機物之特點有二：曰能自食其力；曰善繁殖其種。自食其力，則壽長；繁殖其種，則種昌。而此特殊之力，於植物尤顯。種樹一株，任其自然日月蕃滋，百年永葆，其壽長，能自食其力也；植花一本，產子盈握，子復生花，生生無量，其種昌，能繁殖其種也。植物何以具此偉大之力，必先明其組織及運用之法，本書第四篇詳論根莖葉之組織及機能，用意在此。

至若植物由簡而繁所演出之象，即近世進化論所由生，其影響於人生至鉅。本書第五篇詳加討論，使讀

者親見生物演進之象，而知進化爲何物；其中富於興趣·益人智識，不可枚舉，僅就習見之物而言：孔雀牡丹一動一植，雖三尺童子亦能道之，然至下等動植物，其界限極易混淆；甚至同爲一物，動物學者稱爲動物，植物學者稱爲植物；故有植動物，或動植物之稱。動植雖同出一源，惟因其所取進化之徑不同，故其發達愈高，動植之別愈顯也。

動植雖各行厥道，而彼此之關係極密：鳥獸生於陸，以果實枝葉爲生；魚蝦生於水，以萍藻爲生；而植物之結實及種子之散布，又賴動物爲之媒介，互爲因果，彼此循環，此本書第二篇所詳論者也。

人亦動物之一，其需要植物，更因生活繁殖之盛而大增。如農林，如藥物，二者雖均爲植物之產品，爲用則各有不同，吾國數千年來經驗所得，大都於人羣有所裨益；惟皆知其當然，不知其所以然，一知半解，不能精益求精。或因不明原理，雖一時適用，環境稍移，又失其效；又或偶有所得，隱秘不宣，終必失傳。因此之故，農林與藥物，雖經歷數千年，而確切之功能未著。若於工作之際，遇有心得，卽以科學之法求其所以然，則由一知十，觸類引伸，以蘄至其極

，亦意中事耳。惟科學發達今已可觀，欲求進步，必先就今日農林藥材之已知者，爲細密之研尋，庶幾深造有得，不蹈故步自封之習乎？

又如遺傳學亦權輿於植物學，爲近世學者所稱道；其因農林藥物之改進，影響於生物界之前途，更非吾人所能意料。凡此諸端，要皆與植物學有密切之關係，與顯著之事實。吾友劉君和，李君汝祺，劉君汝強，各以其專家之所得，荷賜序言，實與本編有相互發明之益，此不佞所深爲感謝者也！

不佞性好靜，酷愛天然之美。民國十一年春，留學美國葛倫諾爾大學，治生物學，顛攻植物，性之所近也。研習探討，寒暑五易，返國後，教授植物學於保定河北大學。因兵亂，校課中輟，余避地他適，一無所取，惟携拙稿自隨而已。旋因美人馬君紹介至燕京大學教授植物學，四年，與諸生頗相得。平日參閱資料不下數十種，排比纂輯，積稿盈篋，伯父木齋公，四十餘年前充北洋數學總教習，提倡新學最力，偶呈拙稿，謬蒙嘉許，促繕清本，付諸梓人。長者厚意，永矢弗諼！謹識簡端，以告閱者。

民國十八年孟秋沔陽盧開運自序

一九二八年

植物學講義目次

	頁數
第一篇 概說。	1
植物學之範圍。	1
植物之利。	1
植物之害。	2
植物學之分類。	2
何爲植物。	3
動植物之比較。	3
第二篇 植物與環境之關係。	5
環境之說。	5
環境之類別。	5
I 非生物類之環境。	5
(A) 隱力。	5
地心吸力。	6
陽光。	6
水分。	6
空氣。	7
隱力與植物之關係。	7
(B) 養料。	8
(1) 水分。	9
(2) 陽光。	9

	頁數
(a) 熱與植物之關係。	9
(b) 光與植物之關係。	10
光之強弱。	10
白晝之長短。	11
(3) 空氣。	12
(4) 土壤。	12
(a) 土壤之組織及其功用。	12
岩石末。	12
水分。	13
空氣。	13
物化泥。	13
土壤鹽類。	14
土壤生物。	14
結論。	15
(b) 土壤之質與植物之關係。	15
(c) 土壤之量與植物之關係。	15
II 生物類之環境。	16
植物與植物之關係。	16
動物與植物之關係。	16
III 結論。	17
生機物之循環。	17
植物利用環境，以增其安全之一例。	18

	頁 數
第三篇 細胞之組織及其機能。	20
I 細胞之各部。	20
(A) 細胞膜。	21
(B) 原形質。	21
(1) 細胞液。	22
原形膜。	22
色體。	22
非原形體。	23
(2) 核。	24
II 細胞各部之機能。	24
(A) 細胞之發育。	25
(1) 細胞之分裂。	25
(2) 細胞之分化。	27
(B) 根莖葉發育之狀況。	29
III 細胞研究之略歷。	30
第四篇 根莖葉之組織及其機能。	32
第一章 根之組織及其機能。	32
I 根之機能。	32
(A) 根之固生。	32
(B) 根之吸取。	33
(1) 根毛之研究。	34
根毛之所在。	34

	頁數
根毛之構造。	34
根毛之增加吸取面積。	35
根毛與移植植物之關係。	37
根毛之功用。	37
(2) 水分之吸取。	37
滲透作用。	37
儲水作用。	38
土壤中水分之供給。	39
(3) 土壤鹽類之吸取。	39
(4) 水分吸取與鹽類吸取之關係。	40
(5) 根之趨水性及趨氣性。	40
(C) 根之儲藏。	40
II 根之組織。	41
(A) 根毛及根之表皮	42
(B) 厚皮。	42
(C) 內皮層。	43
(D) 維管束鞘。	44
(E) 維管束系。	45
(F) 髓。	46
(G) 根之特殊組織。	46
(H) 側根。	46
III 根之再度發育。	47

	頁數
根之生命與其組織之關係。	48
IV 特殊之根。	49
第二章 莖之形體及其機能。	50
I 莖之機能。	50
莖之支柱。	50
莖之輸送。	52
莖之儲藏。	52
II 莖之形態。	52
莖之附屬器官。	52
芽之組織。	53
芽與植物形體之關係。	54
塔式植物與繖式植物之比較。	56
III 莖之組織。	56
(A) 雙子葉植物之莖。	56
(1) 表皮。	56
(2) 厚皮。	58
厚角組織。	58
柔膜組織。	58
內皮層。	59
(3) 維管束鞘。	59
柔膜組織。	59
硬膜組織。	59

	頁 數
(4) 維管束系。	60
(a) 韌皮部。	60
篩管。	61
伴細胞。	62
韌皮部柔膜細胞。	62
(b) 木質部。	62
(一) 原生木質部。	62
柔膜細胞。	63
管胞。	63
(二) 次生木質部。	64
導管。	65
木部纖維。	66
木質部柔膜細胞。	66
(c) 形成層。	66
(5) 髓。	67
(6) 射髓。	67
(7) 雙子葉植物莖中其他特殊之器官。	68
樹脂道。	68
乳管。	68
油囊。	70
(B) 雙子葉植物莖組織之變異。	70
(C) 單子葉植物之莖。	70

	數
表皮。	70
厚皮。	71
維管束系。	71
(D) 維管束在莖中之連絡。	72
(E) 支柱組織。	73
何爲支柱組織。	73
支柱組織之分配。	74
支柱組織分配之意義。	75
(F) 莖中水分食料之輸送。	77
IV 莖之再度發育。	78
(A) 年輪之組織。	80
(B) 射髓之組織。	81
(C) 木之各面。	83
(D) 淺色木質與深色木質。	84
(E) 木之重量。	86
(F) 木質部與韌皮部量之比較。	86
(G) 樹皮之組織。	87
(H) 皮孔。	88
(I) 莖之療傷。	89
(J) 接枝及接芽。	90
接枝法。	90
接芽法。	90

	頁數
接枝接芽之用途。	91
V 特殊之莖。	91
第三章 葉之形態及其機能。	93
I 葉之形態。	93
(A) 葉之各部。	93
(B) 葉之形。	94
單葉與複葉之研究。	95
(C) 葉之大小。	97
(D) 葉之位置。	97
(E) 葉之排列。	99
(F) 水生葉與氣生葉之比較。	101
(G) 脈序。	103
網狀葉脈。	103
平行葉脈。	104
平行葉脈與網狀葉脈之比較。	104
葉脈與葉之關係。	105
II 葉之組織。	106
(A) 葉之表皮。	107
葉表皮細胞之組織。	107
水生植物葉之表皮。	109
細胞膜與其環境之關係。	109
表皮之形與光之透入。	109

	頁 數
(B) 葉之表皮上，所附屬之組織。	110
(1) 毛細胞。	110
毛細胞之組織。	110
毛細胞之機能。	111
毛細胞之種類。	111
表皮上之儲水細胞。	113
(2) 葉之氣孔。	113
氣孔之組織。	114
保護細胞之耐性。	115
氣孔之啓閉。	115
氣孔之分配。	117
氣孔之排列。	117
氣孔之發育。	118
(C) 葉中之組織。	118
葉肉之組織。	118
中肋及脈。	120
(D) 葉之組織與其環境之關係。	121
氣生植物之葉。	121
水生植物之葉。	121
乾生植物之葉。	122
III 葉之凋落，及新葉發育之狀況。	122
葉之凋落。	123

	頁數
落葉之利。	124
常綠植物與落葉植物之比較。	124
新葉之產生。	125
IV 葉之機能。	126
(A) 光力合成作用。	126
(1) 材料。	126
二氧化碳。	126
水分與二氧化碳之關係。	128
(2) 葉綠體。	128
葉綠體之組織。	128
葉綠體之移動。	129
葉綠體之發育與光之關係。	129
(3) 陽光	129
光之七色。	130
色之研究。	130
葉綠素與光之關係。	130
英古門之試驗。	131
葉能利用日光之量。	132
由光所發之熱與光力合成之關係。	133
光之源。	133
(4) 製造之程序與產物。	133
澱粉粒之作成。	134

	頁 數
澱粉粒之移出。	135
脂肪之作成。	135
蛋白質之作成。	136
生產量之研究。	136
(B) 呼吸作用。	137
植物之呼吸器官。	138
呼吸作用與燃燒之比較。	138
呼吸作用與光力合成之比較。	138
植物之消費量。	139
植物呼吸率與動物呼吸率之比較。	139
呼吸作用之分類。	139
(C) 發酵作用。	140
酒酵。	140
乳酵。	141
醋酵。	141
(D) 蒸發作用。	142
何謂生理之蒸發。	142
蒸發於植物之害。	143
蒸發於植物之利。	143
葉之蒸發與空氣之關係。	144
植物中水分蒸發之量。	144
V 特殊之葉。	144

	頁 數
葉之任務爲支柱者。	145
葉之任務爲捕蟲者。	145
葉之任務如花瓣者。	148
葉之任務爲繁殖者。	148
葉之任務爲保護者。	149
第四章 植物之全體。	149
I 表皮。	149
II 厚皮。	150
III 維管束鞘。	150
IV 維管束系。	150
V 髓與射髓。	151
VI 結論。	151
第五篇 植物之自然分類。	153
植物分類學之重要。	153
分類學之略歷。	153
分類學之單位爲何？	154
分類法之大略。	154
本書所採用之分類法。	155
葉狀體植物之特點。	158
第一章 膠質菌綱。	159
I 膠質菌之組織及其繁殖法。	159
(A) 生長期。	159

	頁數
(B) 繁殖期。	160
II 膠質菌之分類。	162
膠滴菌類。	162
寄生膠菌類。	162
真變形菌類。	163
III 結論。	163
第二章 細菌綱。	164
I 細菌之略說。	164
細菌之組織。	164
細菌之繁殖。	165
孢子之作成。	166
II 細菌之工作。	166
(A) 有害之細菌。	166
病菌。	166
消毒。	167
腐亂。	167
氮之消失。	167
(B) 有利之細菌。	168
鏽之作成。	169
硝酸鹽之作成。	169
氮之裝置。	170
(C) 氮質之循環。	172

	頁 數
III 細菌之分類。	173
細菌綱在植物界中之地位。	174
第三章 真藻綱。	174
真藻之繁殖。	175
真藻之分類。	175
(A) 蟲菌藻類。	175
例一綠藻蟲菌。	176
綠藻蟲菌之組織及繁殖法。	176
綠藻蟲菌在植物界之地位。	177
(B) 藍藻類。	177
藍藻之組織。	177
藍藻之繁殖。	178
例一顛藻。	178
例二念珠藻。	179
例三端毛藻。	179
例四叉絲藻與單列藻。	180
例五多列藻。	180
藍藻類中各藻彼此之關係。	181
(C) 被膜蟲藻類。	182
(D) 矽藻類。	182
被膜蟲藻與矽藻在植物界中之地位。	184
(E) 綠藻類。	184

	頁數
綠藻類之組織。	184
綠藻繁殖之法。	185
綠藻之分類。	185
(1) 二等纖毛次類。	185
例一 客雷買豆謀拉斯。	185
客藻之組織。	186
客藻之無性繁殖。	187
客藻之有性繁殖。	187
客藻在植物界之地位。	188
例二 團藻。	189
團藻之組織。	189
團藻之繁殖。	189
團藻在植物界之地位。	190
例三 原生圓藻。	190
原生圓藻之組織。	190
原生圓藻之繁殖。	191
例四 斯克利對斯馬。	192
例五 裴地愛斯查門。	192
例六 水網。	192
無性之繁殖。	193
有性之繁殖。	194
原生圓藻斯藻裴藻及水網之結論。	194

	頁數
例七無節藻。	195
有性之繁殖。	195
無性之繁殖。	197
無節藻在植物界之地位。	198
例八剛毛藻。	198
例九單絲藻。	198
單絲藻在植物界之位置。	200
二等纖毛次類之結論。	200
(2) 無纖毛次類。	200
例一水綿。	200
水綿之組織。	201
水綿之繁殖。	201
水綿之減數分裂。	203
水綿在植物界中之地位。	204
例二鼓藻。	204
(3) 環生纖毛次類。	204
例一輪毛絲藻。	205
輪藻之有性繁殖。	205
矮細胞之作成。	206
輪藻之無性繁殖。	207
輪藻在真藻綱中之地位。	208
(4) 不等纖毛次類。	208

	頁 數
例一大團藻。	208
(5) 綠藻類之結論。	209
(F) 褐藻類。	210
例一外子藻。	210
例二馬尾藻。	211
馬尾藻之繁殖器官。	212
藏卵器與藏精器之作成。	213
馬尾藻卵之受精及萌發。	213
馬尾藻之減數分裂。	213
(G) 紅藻類。	214
例一海索麵。	214
藏精器。	214
原果器。	215
囊果。	215
例二多筒藻。	216
雄株。	217
雌株。	217
四裂子植物。	218
論多筒藻之世代交替。	21
第四章 真菌綱。	219
真菌之特點。	219
菌體之組織。	220

	頁數
真菌之分類。	220
I 菌藻目。	220
(A) 原生菌類。	220
集囊瓶菌之無性繁殖。	221
(B) 卵菌類。	222
例一水黴。	222
水黴之無性繁殖。	223
水黴之有性繁殖。	223
水黴在植物界之地位。	223
例二白銹菌。	225
白銹菌之無性繁殖。	225
白銹菌之有性繁殖。	226
白銹菌之結論。	226
(C) 接合菌類。	226
例一黴菌。	227
黴之無性繁殖。	228
黴之有性繁殖。	229
結合子產生之研究。	229
(D) 菌藻目中各菌彼此之關係。	230
II 菌狀菌目。	231
(A) 八裂子菌類。	231
(1) 硬殼菌次類。	232

	頁數
例一 酵母菌。	232
酵母菌之工作。	232
發酵之解釋。	233
酵母菌之組織。	233
酵母菌之繁殖。	233
酵母菌在菌中之地位。	234
例二 麴菌。	235
麴菌繁殖之法。	235
例三 粉霉。	236
粉霉之無性繁殖。	236
粉霉之有性繁殖。	236
例四 外子囊菌。	237
硬殼菌次類之結論。	238
(2) 盤狀菌次類。	239
例一 茶碗茸菌。	239
茶碗茸菌之有性繁殖。	239
茶菌與紅藻之關係。	240
例二 羊肚菌。	241
(3) 焦炭菌次類。	242
例一 冬蟲夏草。	242
例二 麥角病菌。	242
麥菌發育之狀。	242

	頁 數
麥角之組織。	243
麥角病菌之用途。	243
(4) 八裂子菌類之結論。	244
(B) 擔子菌類。	244
(1) 原生擔子菌次類。	245
例一黑穗病菌。	245
例二麥銹菌。	246
夏孢子。	246
冬孢子。	248
擔子孢子。	249
春孢子。	249
精子。	249
結論。	249
(2) 自生擔子菌次類。	250
例一多孔菌。	250
例二食蕈。	251
食蕈之組織。	251
菌傘之組織。	252
孢子之發育。	253
例三地星菌。	253
例四鼈蕈。	254
(3) 擔子菌之結論。	255

	頁數
(C) 不完全菌類。	255
第五章 地衣綱。	256
地衣之用途。	256
何爲地衣？	256
地衣之繁殖。	257
地衣綱在植物界之地位。	258
第六章 輪藻綱。	258
輪藻之組織。	258
輪藻之繁殖。	259
輪藻在植物界之地位。	260
第七章 無導管綱。	260
胚胎植物之特點。	260
無導管綱之特點。	261
(A) 苔類。	261
例一 浮苔。	262
配偶體。	262
浮苔之受精。	263
芽胞體。	263
浮苔在植物界中之地位。	264
例二 地錢。	265
配偶體。	265
芽胞體。	266

	頁數
地錢之結論。	267
例三 角苔。	267
苔類之結論。	269
(B) 蘚類。	269
配偶體。	269
芽胞體。	271
蘚蒴之組織。	271
蘚蒴之組織與進化之關係。	272
孢子之萌發。	272
第八章 石松目。	272
導管網之特點。	273
導管網與無導管網之比較。	273
石松目之特點。	273
例一 石松。	274
芽胞體。	274
比較石松之子囊穗與角苔之芽胞體。	275
配偶體。	276
例二 卷柏。	276
芽胞體。	276
配偶體。	377
例三 木賊。	278
木賊之循環繁殖。	278

	頁 數
石松目之結論。	280
羽狀目之特點。	280
第九章 無子類。	280
I 就無子類之組織論植物之進化。	281
(A) 研究無子類之維管束系。	281
原生莖。	281
雙鞘筒狀莖。	281
多組莖。	282
外鞘筒狀莖。	282
(B) 原生與次生木質部之排列與進化之關係。	283
II 論無子類之繁殖。	284
例一鳳尾草。	284
芽胞體。	284
配偶體。	285
第十章 裸子類。	286
例一蘇鐵羊齒與本來蘇鐵。	286
例二蘇鐵與西米樹。	286
(A) 芽胞體。	287
子囊穗。	287
(B) 配偶體。	288
雌性配偶體。	288
雄性配偶體。	289

	頁數
受精作用。	239
胚之發育。	290
例三 銀杏。	291
芽胞體。	291
配偶體。	292
胚之作成。	292
例四 松樹。	292
芽胞體。	293
配偶體。	294
胚之發育。	295
例五 麻黃。	296
芽胞體。	297
配偶體。	298
胚之發育。	299
麻黃在植物界之地位。	300
第十一章 被子類。	300
(A) 芽胞體。	300
花之各部。	301
花與種子組織變遷之對照表。	303
葉之組織及其發育。	304
(B) 配偶體。	305
胚珠之組織及其發育。	305

	頁 數
花粉之發育。	306
(C) 花之受精。	307
輸粉法。	307
受精法。	307
(D) 胚之發育。	309
(E) 被子類之分類。	310
雙子葉植物與單子葉植物之比較。	310
合瓣與離瓣之比較。	311
第十二章 果實與種子。	312
(A) 果實。	312
果實之發育。	312
果實之分類。	313
(B) 種子。	315
種子之組織。	316
種子中所儲之食料。	316
(C) 果實與種子之散去。	316
因風而設之組織。	317
因水而設之組織。	317
因動物所設之組織。	317
(D) 種子之萌發。	318
第十三章 生機物之進化。	319
何為生物進化？	320

	頁數
環境與有生機之物。	321
使用與廢棄。	321
天擇之說。	321
突變之說。	323
維思門之說。	324
門德爾律。	324
本書所用參考書目	329
術語英漢對照	331
索引	363

植物學講義

第一篇 概說

植物學之範圍。植物學者，研究植物生活之一切狀態，及論其與人類之利害關係者也。

植物之利。淺言之，吾人日用所需之衣食住，直接間接，無一不取諸植物之身：布，葛，紗，棉，植物之纖維體也；絲，絨，毛，革，直接出諸動物，間接則為植物體也；五穀，菜蔬，直接之植物體也；魚，肉，牛乳，雞鴨之卵，間接之植物體也；至若宮室棟樑，庭園花竹，則均植物之枝幹也。此第就大者而論，他如薪，炭，紙張，藥材，顏料，漆，臘，橡皮等類，不可枚舉，無一不出之於植物也。

再稍涉植物學，則更知世無動物，植物可以獨存。世無植物，動物將絕其生機矣。

更就社會國家而論，則植物之關係雨量，可使調順，而免水患；對於河堤，土地，可任保護，而無傾圮崩潰之慮；又能淤生肥沃之地，價值更不可以數計；多植樹木，平時則風沙減少，夏日綠蔭宜我賞心悅目天然美景，而益人以精神之



快愉。植物之可貴，豈勝言哉！

植物之害。人之疾病，大抵由於細菌之侵擾。細菌者，植物之下等者也，當於後詳論之。至於植物本身及動物之病因，亦多由於細菌焉。

高等植物，人每不以爲患，試思農人之辛苦耕耘，忙者爲何？除蔓草以利禾稼耳。蔓草，則高等植物之爲害者也。苟無蔓草，農人布種即可坐享收穫之利，人間無苦事矣。

植物學之分類。植物之利害既明，將何以繁殖之，剷除之，則視吾人研究之程度如何而後定；所知者廣，一切難題，可迎刃而解，否則受制於天，惟徒呼奈何。近世之研究植物學者，可大別爲二類：研究學理者，有形態學 Morphology，組織學 Histology，細胞學 Cytology，生理學 Physiology，環象學 Ecology，化石學 Paleobotany，分類學 Taxonomy，以及其他同類諸學；研究應用者，有農學 Agriculture，林學 Forestry，園藝學 Horticulture，藥物學 Pharmacology，細菌學 Bacteriology，病理學 Pathology，及其類似諸學。大凡學者，必先治學理，然後求致用。故理論之學，又名基本科學，應用之學，爲應用科

學。

何爲植物。已知植物學之範圍及其與人類利害關係矣，然則植物之本體，究何物乎？曰有生機物也。何爲生機？異於機械；能自食其力，能生長，能繁殖其種，能自愈其傷，能合各部爲一體之謂也。

於吾說仍不了了，則請設喻以明之：庭中有汽車焉，於其傍植洋槐一株，高相若，主人因事他適，數年歸來，則樹高五六丈，所結之子，散布地上，日生日長，幾成小林矣；而汽車則並原有機體，因風霜摧殘，朽敗不堪。此有生機物異於機械者也。

動植物之比較。植物之有生機，既瞭然矣；然幸勿與動物相混，蓋常人腦中，一言生機，首先多聯想於動物也。今言其異同如下。

動植物之細胞組織，及一切營養機能相若也，有所謂生，死，長，滅亦相若也；然有根本不同之點：最重要者，莫若轉換作用 Metabolism。植物爲物質構成 Anabolism，即植物能利用空氣中之二氧化碳 CO_2 ，及水分，藉日光之力，而作食物；動物則爲物質破壞 Katabolism，乃將植物所構成者破壞之也。

其次要者，則植物之食物，爲液體，而動物爲固體

；植物之細胞，每有葉綠素，且其細胞膜爲細胞膜質 Cellulose，動物則否；動物之組織，較植物複雜而有神經系；動物之大小固定，成年後不復再長；植物之生長，無限度，年愈高而體愈大也。

第二篇 植物與環境之關係

環境之說。因植物之有生機也，故其形態，組織，產地恒受外界影響而遷移。所謂外界者，即環境 Environment 是也。植物與環境之關係，稱曰環象學 Ecology。

環境之類別。環境可別爲二：曰生物類之環境，動植物屬之；曰非生物類之環境，地心吸力，陽光，水分，空氣，土壤等屬之。

I 非生物類之環境

地心吸力，陽光，水分，空氣，土壤屬於非生物類之環境；然同斯物也，因其與植物關係之不同，而有隱力與養料之分。譬如陽光，植物之枝葉每向之而生，是陽光對於枝葉，隱然能左右之；是力也，謂之隱力；然同時植物須陽光，以完成其光力合成作用 Photosynthesis，故陽光亦爲植物之養料。是以同一陽光，有以之爲隱力而研究者，有以之爲養料而研究者。

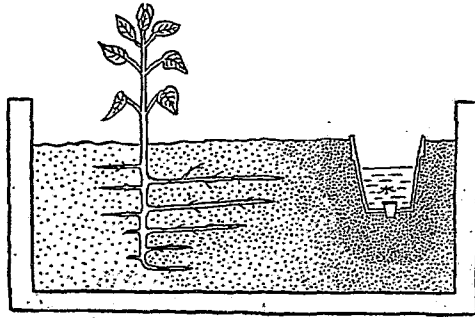
(A) 隱力

地心吸力陽光水分空氣四者，常能左右植物根莖枝葉之排列，並影響及其形態，今對此四者，為隱力而研究之，以明植物對於隱力之關係焉。

地心吸力。 凡世間一切物質，恒受地心吸力之支配。植物之根向地心吸力而長，莖背地心吸力而長，受地心吸力之支配而有意義者也。夫根者，所以吸取地中之水分養料，必向地心生長，方能深入地中，以取其所需。而莖者乃使枝葉呈露於光天之中，以完成其營養機能，故必須背地心而長。然無論向背，要皆以能增進其生活狀況為職志。

陽光。 陽光為植物生命之源，故植物每向之而生，其培養於暗室中者，恒弱而長。弱者，乏陽光以助其適宜之發育；長者，欲伸延其體以達於有光之處也。余嘗購水仙數盆，置地窖中，窖中溫而濕，月餘往取，則葉長可三四尺，較普通之葉高不盈尺者，相差殆數倍焉。

水分。 水分，為植物不可須臾離者。根之具側根，根毛皆所以增根之面積，使能密布於土壤中，而取多量水分也。試觀第一圖，將植物一棵，植於沙盤之一端，而於他端置小花盆一枚，盛以水，盆中水分緩



第一圖

緩浸出，遂使沙中水分，分布不均，而根之形態及生長方位，乃反乎常態。

空氣。空氣於普通植物之形態，殊少顯著關係；然有可述者，則海岸及高山之樹木，常因風向而作奇形，如第二圖生長於海岸之樹木。

隱力與植物之關係。植物與隱力，既有上述關係，不可無相當名詞以述之：如根之向地心而長者，曰向地性 *Progeotropic*；莖之向光而生者，曰向光性 *Prophototropic*；如第一圖之根爲向水而生，則曰向水性 *Prohydrotropic*；若背之而生，於地，則曰背地性 *Apogeotropic*；於光，則曰背光性 *Apophototropic*；於水，



第二圖

則曰背水性 Apohydrotropic；若與之平行而生，則有順光性 Diaphototropic，順地性 Diageotropic 之稱。

(B) 養料

植物之養料，其範圍，與植物之隱力所論，大致相若，惟無地心吸力，而易以土壤；故為水分，陽光，空氣，土壤四者，植物內部之組織，要皆以能利用此

種養料，爲惟一之任務。今略言其與植物之關係，俾異日研究植物構造時，更感造物之妙用也。

(1) 水分

植物中所含水分，其多有至百分之九十五者；所以含如此多量之水分，蓋細胞中，原形質幾全部爲水，水盡則原形質乾，植物失其生機矣；是植物與水，乃不可須臾離者也。植物失水之兆最初爲葉萎；因葉中少纖維組織，葉之形乃藉細胞中水之漲力而成，水涸漲力消而葉遂萎。除葉外，嫩莖亦然，故水之於植物，保其生機，存其形態，是以名曰養料。

植物之需水分也如此，而所含水分，又無形散發於空中，欲補此弊，植物體中，水分運輸組織，遂極形發達。

(2) 陽光

陽光，直接爲光間接爲熱，二者關係於植物之發育均甚偉。茲分論如次：

(a) 熱與植物之關係

一歲之中，春則百花齊放，夏則綠草如茵，秋則葉落紛紜，冬則枝枯木槁，植物之發育，其與氣候關係如此，皆熱之使然也。

普通植物，零度下四度，即有發育之可能，溫度漸高，生長率亦隨增，及至所謂天惠溫度 *Optimum temperature*（二十八度與三十度之間），其發育極臻盛境，過此則反見衰退。至若光力合成作用，所需溫度，其最宜溫度，雖極有限，然可能之溫度，則由零度下六度至四十五度。

溫帶植物，冬季多停止其工作，所以養精蓄銳，而待來年也。若置諸煖處，強使工作，則植物每因之傷其生機，大似吾人久不安眠，而呈疲乏狀態。

(b) 光與植物之關係

光，於植物，其關係頗複雜。光之質，當詳加討論於光力合成作用，在此從略。今所言者，光之強弱，及白晝長短與植物之關係而已。

光之強弱。光之強弱，其影響於植物之生長至妙：光弱，如多雲雨之區，葉之發達必盛。產茶葉處，多雲常陰，即其例也；不然，則植茶者，必於茶樹之陽，另植樹，以弱其光，方能增葉之產量。普通植物；若弱其光，百分之二十至百分之二十五，則葉之發育，亦大可觀。光強，則花之發育必旺盛，故花廠中，宜使玻窗明潔，所以增光之強度也。

就常見之洋繡球而言：置陰處，則莖長而葉繁多；移諸陽光之下，則莖短，葉少，而花滿枝矣。

世界出麻之地，爲俄，法，比，愛爾蘭諸國，多霧之區也；而麻子之產地，則爲印度，其地光強，宜於開花結實也。所以然者，光弱，則需光多，葉之面積宜廣，以增食料之出產。反之，光足，則食料足，然後有餘力以繁殖其種也。

白晝之長短，或云光之量。白晝之長短，影響於植物更有出人意料者：近人有所謂光期Photoperiodism之說，其說曰：植物有長日開花植物。有短日開花植物，有不分白晝之長短而隨時開花之植物。長日開花植物，如夏秋開花植物，彼時白晝期可由十三小時至十五小時，故云長日。短日開花者，如早春及冬季開花植物，其時白晝不過十小時。其不論白晝長短而開花者，爲永久開花植物。

早春之花，如堇菜 *Viola*，冬季之花，如蟹爪花 *Schlumbergera*，短日開花植物也，若於夏季，每日置暗處數小時，使其白晝期在十時左右，其能開花，如在冬春。長日開花植物，若於冬季用電光補其所缺，延長白晝至十四五小時，雖在冬季，其能開花如

常。

其尤趣者：同一植物，一半每日使受十時光射，一半使受十五時光射，設爲短日開花植物，則受十時光射之半，花開滿枝，他半仍只綠葉叢生。

吾人已悉以上種種，則知凡一植物，若既知其與陽光之關係，而一歲之中，無論何時，一枝之間，無論何處，均能隨吾意使之開花、亦賞心樂事也！

(3) 空氣

植物於空氣，在光力合成之際，則需二氧化碳，呼吸之間，則需氧氣，故枝葉之上，備無數氣孔，以便空氣出入。枝葉內部，又有氣道之設，以備儲蓄。詳論見後。

(4) 土壤

土壤之質·量，組織，皆影響於植物至巨，今分論如下：

(a) 土壤之組織及其功用

岩石末。土壤中，百分之九十爲岩石末，當太古之時，地球乃一巨石塊，本無石末也，其後久經風霜，表面石層遂漸風化，而成碎末，再益以江河中，沙石隨流沖磨而產之石末，遂有今日之岩石末，岩石末

雖無特殊功用，然爲土壤之基部，俾土壤中其他成分收存，而爲植物立足之所，故亦甚重要也。

水分。土壤中，水分充滿其間，植物賴以生活。土中之水，常隱於石末縫隙，爲狀至密，非經沸點高熱驅之，不得出；然植物之根，具側根及根毛，深入土中，蜿蜒於石末間隙，遂能取之自如。豈地中水分，殆天設以供植物用者乎？抑植物自身構成之妙歟！

水分如存於土壤中者過多，則無空氣存在之餘地，此種土壤曰存水土壤 Hydrostatic，頗不宜於植物之生長。雖然，土壤之組織適宜，則水分存在之量，亦必不致過多也。

空氣。植物之根，其需空氣也，亦如枝葉，故土壤中，必須有定量之空氣存在。然空氣存於地中過久，則氧氣盡被根吸去，遂剩多量之二氧化碳；欲補此弊，惟有勤灌溉，以水逐出不潔空氣，待水分再被根吸去時，新鮮空氣遂得又至土壤中。故天之降雨，既供給土壤以水分。同時並能助其中空氣之轉換也。

物化泥。物化泥 Humus，乃動植物之腐體，而遺於土壤中者。恒以其成分之多寡，而定土壤之肥瘠。

蓋其能作土壤生物之養料，而間接有利於高等植物也。物化泥之成分，最合宜於植物之生長者，名為肥土 Loam。多則土成黑色，謂之肥料 Muck，以其可作肥料也。過多則為泥炭 Peat，水澤之區，底深數尺：均係植物之腐體，而無少許之岩石末，即泥炭也。

土壤鹽類。鹽類之存於土壤中者，至多不過百分之一，其主要成分為氮 N，硫 S，磷 P，鎂 Mg，鐵 Fe，鉀 K，鈣 Ca 等物。此種鹽類，半來至溶解之岩石，半來至物化泥。來於物化泥者，則多為化合鹽：如硝酸鹽 Nitrates，磷酸鹽 Phosphates，苛性鉀 Potash 等。鹽，與化合鹽，均名之為肥料。蓋為植物之繁茂必需品也。

未開之地，蔓草叢生。死則化為泥，更復成鹽類。週而復始，土壤之鹽，其量固定。耕耘之地，鹽類年隨耒稼以俱去，量遂逐漸減少；是故耕地，每歲必須加肥料也。

土壤生物。土壤中生物：有真菌 Fungi，細菌 Bacteria，及原生動物 Protozoa 三類。真菌與高等植物，有時作共棲生活，然極罕見；細菌詳論見後；原生動物，或為空中生存者，或為具纖毛者，每生於溫

濕之土壤中，以其常奪高等植物之食料，故均目之爲有害。

結論。土壤之大部分，爲岩石末。石末中之空間，則儲以水分及空氣，此外更雜以少許之物化泥，及鹽類與土壤生物。以其組織及配合成分如何，而定土之質焉。

(b) 土壤之質與植物之關係

土壤因其成分不同，可分爲沙土，肥土，及黏土三類。沙土，岩石末之成分最多，因而土質輕鬆，多孔，存水之力減少，儲氣之量增多，土性煖而燥不宜於普通之植物；然種花生及培養幼小植物最適宜。肥土，富於物化泥，土質頗鬆，儲水與儲空氣之力均巨，又以物化泥爲植物之養料，故肥土於普通植物無不宜者。黏土，以其含水力微，空氣亦少，溫度低而土質堅硬，不宜於任何植物之生長。

(c) 土壤之量與植物之關係

植物大者，需多量之土壤，小者，少許即足，此淺而易見者也。然微小植物，雖所蓄土壤，爲量極微，而因其逐漸長大，故蓄土力亦隨之而增。若此植物老死，化爲泥，則較大之植物即可發育於此焉。及其長

也，土壤之量更增，是以微小植物，可漸蓄土，以足大者之用；循此而進，一片荒山，每藉微小植物爲起點，以造新土壤，而備異日之成森林。

II 生物類之環境

生物類，即指動植物言。此類環境，可大別爲植物與植物之關係，及動物與植物之關係。茲分論於下：

植物與植物之關係。植物與植物，凡三種關係：有彼此相爭者；有彼此互助者；有視若相爭，而實相助者。

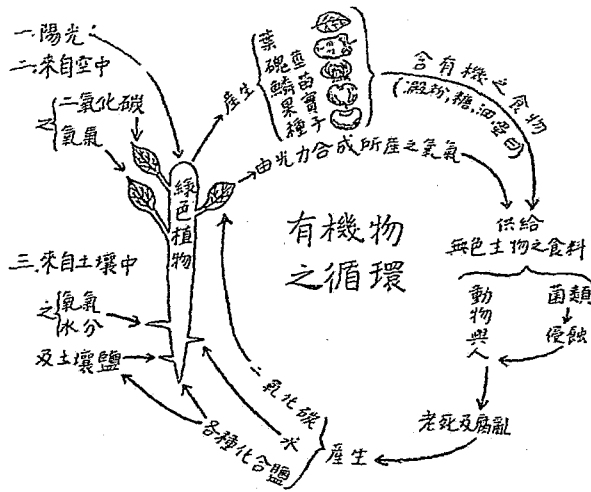
叢林中，百花雜生，相處太密，遂啓生存之競爭，彼此相爭之象也；菌藻之共棲（見第五篇第五章地衣綱），細菌與豆科植物之共棲（見第五篇第二章細菌綱），彼此互助之象也；樹林中，有枯幹存焉，輩生於上，使之腐亂，而卒倒於地，化爲泥，此亦可爲相爭之象；然稍加思索，規枯幹空占地位，若化爲泥，既可變爲肥料，又讓出地位，以待後起之秀，此乃視若相爭，而實相助者也。

動物與植物之關係。動物之食料，取諸於植物，而植物則賴動物爲之運輸花粉，以結果實，果實既成

，又賴動物爲之廣播其種，此關係之重要者也。次則呼吸作用，動植物雖相若，然植物因有光力合成作用，所需二氧化碳之量，遠超其於呼吸時所產之量，同時產多量之氧氣；動物則需多量之氧氣，而產多量之二氧化碳。於是植物得二氧化碳之供給於動物，而動物得氧氣之供給於植物焉。

III 結論

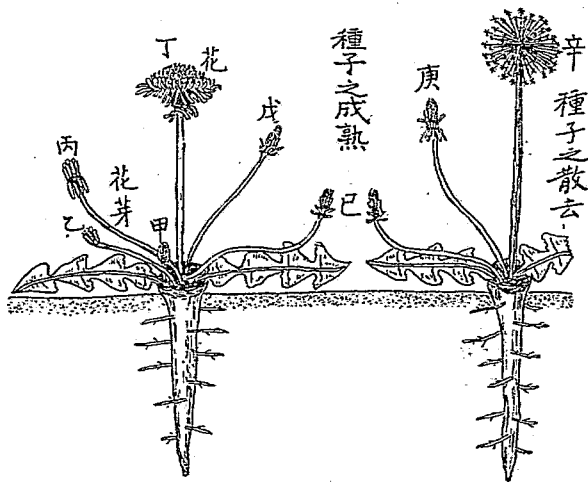
生機物之循環。植物與其環境之關係既明，今若以植物爲單位，或起點：一論其在自然界之活動：大凡植物，根生於地取水分養料於土壤中，輸之枝葉，枝葉利用此水分及養料，與空中所有之二氧化碳，藉陽光之力，以完成其光力合成作用，更進而將此光力合成產物，作成脂肪及蛋白。植物之養料既足，遂進行於生殖，乃產果實，種子，或儲多量食物於莖葉之中，而成塊莖鱗苗諸物，所以繁殖其種也。植物此類出品，及其枝葉之嫩者，每爲動物食品，而被消化；又或爲蕈類寄生，而被侵蝕。其結果，遂成爲肥料，再供其他植物之發育。如此循環不已，即成所謂生機物之循環，如第三圖。



第三圖

植物利用環境以增其安全之一例。植物之根莖枝葉，如此排列者，學者當已瞭然。今任擇一常見之花，如蒲公英 *Taraxacum*，而研究之，亦大有興趣也。如第四圖：花芽之甲，乙，丙漸漸伸長其莖而上升，至丁則莖直立，而全花怒放。花謝莖漸下降如戊，己。種子既熟，乃又上升如己，庚，終至辛，而直立於空中。就其全部而言，則丁辛而外，或藏於地下，或

作起俯之勢，所以然者，花必高舉，以便蜂蝶易見，而代其傳播花粉；種子直立，以便風之代為散達遠方；其他未成熟之花，及未成熟之種子，則密藏於安全之地，免作無謂之犧牲。同是理，植物對於其環境，時而向之，時而背之，時而順之，要皆以增其安全為職務也。



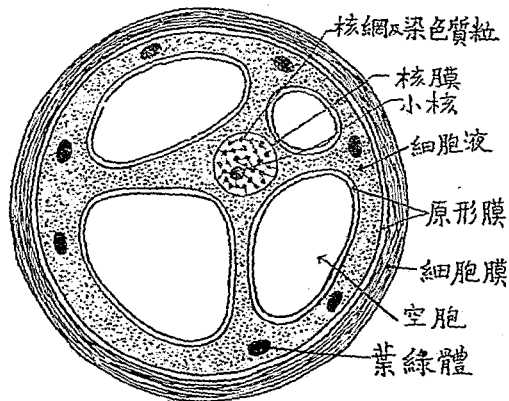
第 四 圖

第三篇 細胞之組織及其機能

植物之組織，無論其複雜至何等程度，而組織之單位，則為細胞 Cell，正如高大建築之以磚為單位也。且複雜之植物，雖集無量數細胞以成其體，其始則為一卵細胞。故研究植物者，首宜研究細胞焉。

一細胞組織之繁簡，恒視其所合成之體為轉移：單細胞植物，則一細胞之中，舉凡細胞所應有之組織，無不具備；而多細胞植物，則細胞均為分工而作，各有所司，遂徧於一部之發達。

I 細胞之各部



第五圖

今舉一細胞，如第五圖，概論其應有之組織；以備將來研究組織時，作一比較。凡一細胞，可分為兩部：曰細胞膜，曰原形質。

(A) 細胞膜

細胞膜 Cell Wall 者，原形質之分泌物；所以成細胞之形，而寓原形質者也。當細胞幼小時，膜質極薄，既長，漸厚，原有之薄膜，遂成中褶 Middle Lamella。中褶為鈣化果蔬膠 Calcium pectate 所成；增加之組織，則為纖維素 Cellulose，纖維素不宜於人之胃腸，食蔬菜擇鮮嫩，取其纖維素少，而原形質多也。細胞膜之多纖維素者；如牧場之草，可供牛馬食料；麻，棉可供織物之原料。更有特種細胞膜，成木質化 Lignified，是為木化細胞，木者，木化細胞所組成者也。

細胞之內，因充滿原形質，其膜常成半透明體，若原形質消失，則成褐黑色，此落葉之所以枯黃也。

(B) 原形質

細胞膜中有生機之半液體，統稱為原形質 Proto-

plasm。其成分極複雜，不能以方程式表示之，略知其爲脂肪，蛋白，鈣，鉀，鎂及大部分之水而已。細胞幼小之時，原形質頗濃，充滿細胞，細胞長大，而原形質之量如昔，每附着於細胞之一隅，及老，原形質盡失其水分，凝固而附着於細胞膜上，與細胞膜同爲無生機物，而長存在。原形質可類別爲二：曰細胞液，曰核，分論如下。

(1) 細胞液

細胞中之原形質，位於細胞膜及核間者，名細胞液 Cytoplasm。其組織雖與核同爲半液體，然較核所含之固體則少。組織頗複雜，列論如下。

原形膜。細胞液與細胞相接觸，每產一薄膜，正如漆之遇空氣，而成漆皮，即所謂原形膜 Ectoplasm 也。可任水分自由出入，而於鹽類則有一種限制，故稱爲半透過性，詳論見後。

色體。細胞液中，有濃厚之原形質粒，混懸於其中，名曰色體 Plastid。因其色之不同，遂有葉綠體 Chloroplastid (或稱 Chloroplast)，有色體 Chromoplast，白色體 Leucoplast 之稱。葉綠體者，含有葉綠素 Chlorophyll，常存於葉肉 Mesophyll 之中，完成光力合

成作用，以作食物者也；有色體者，體中具各種色素，如黃，紅，常存於花果中，誘蜂蝶傳播其花粉；引動物廣布其種子也；白色體者，無色之體，能變糖爲澱粉，常存於貯藏組織，如馬鈴薯及各種種子中。

此三類色體，雖形不同，色各異，然同一組織中，三種色體，有異時同存之可能：如植物之子房，當幼小時，需貯食料，故具白色體；及漸長，花謝，果生，子房變爲綠色，需葉綠體以作食物，故含多量葉綠體；果實既熟，欲藉動物以爲傳布，遂具有色體而成紅色矣。

非原形體。細胞液中，除色體外，有非原形體數種，混於其中，總稱之爲非原形體。

空胞 Vacuole 者，屬於此類，而最易見者也。普通細胞除極幼小者外，均有空胞一二枚，細胞愈大，空胞隨之而長，終至全細胞爲一空胞所充滿。空胞之機能，則爲貯藏各種氣體，鹽類及一切細胞液中不願儲存之物；故空胞之於細胞，宛然一儲蓄庫也。空胞中，有時蓄色素；但此色素與上述之色素稍異，以其系非原形質，而爲一種無生機之色素也。

結晶體 Crystal, 亦爲非原形體之一種。形頗繁多，

要皆爲植物之排泄體：其最普通者，爲草化鈣 Calcium oxalate 之結晶體。草化鈣之作成，亦頗有趣，蓋草酸 Oxalic acid，爲植物工作所產之一種易於溶解的附產品，若儲存過多，頗與原形質有害，植物既無排泄器以排泄於體外，乃與鈣化合而成不易溶解之草化鈣，存與細胞中。凡植物之存多量草化鈣者：一入口則辛辣無比；於是原爲有害之物，一變而爲自衛之組織，亦妙矣！

(2) 核

核 Nucleus。爲細胞液中，最重要之組織。質極濃，與細胞液遇，成薄膜，曰核膜 Nuclear-membrane。膜內即核液，核液有小核 Nucleolus 一二枚，乃儲食料者，混懸於液中。更有所謂核網 Nuclear-net 者，則爲網狀之組織，充滿於核液，以備無數粒小染色質 Chromatin 之附着。核外尙其所謂中心體 Centrosome，乃備異日作紡錘絲 Spindle 者，因其難於窺見，各家多從略。

II 細胞各部之機能

細胞各部之組織既明，則知細胞膜者，所以成細胞

之形而寓原形質者也；細胞液及混懸其中之組織，司植物之營養者也；核則爲繁殖之器官，細胞之發育賴焉。下更言細胞之發育

(A) 細胞之發育

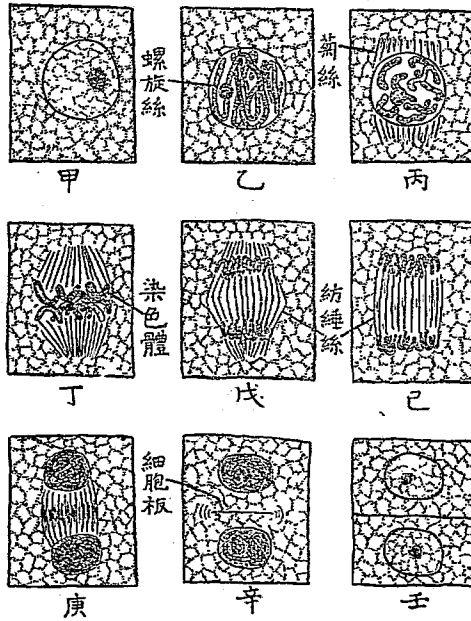
複雜之植物，雖集無量數細胞而成，其始則一卵細胞焉。此一細胞何以能成無量數，則細胞之有分裂 Cell division 能力也。細胞既分裂成一羣相似之細胞，然後分化之，使成各種之組織，組織既明，植物略具雛形矣。以下論分裂及分化。

(1) 細胞之分裂

細胞之分裂，乃由一細胞分而爲二，二分四，四分八，以此類進，而達無量數。但所謂分裂，非如剖瓜，一劃爲二，二劃爲四之單簡也，其中有極妙之程序焉：今有細胞一枚，其組織如第六圖甲，所謂靜止期 Resting-stage。

此時細胞欲分裂爲二，則其核膜首先消失，而染色質粒遂亦集合而成一長條，曰螺旋絲 Spireme，如圖乙。螺旋絲旋分作數段，而成若干枚之染色體 Chromosome；同時中心體分而爲二，各占一極，每極成絲若干

枚，四射如菊，名曰菊絲 Aster，二菊絲會於中央名曰紡錘絲 Spindle，是為前期 Prophase，如圖丙。上所云之



第 六 圖

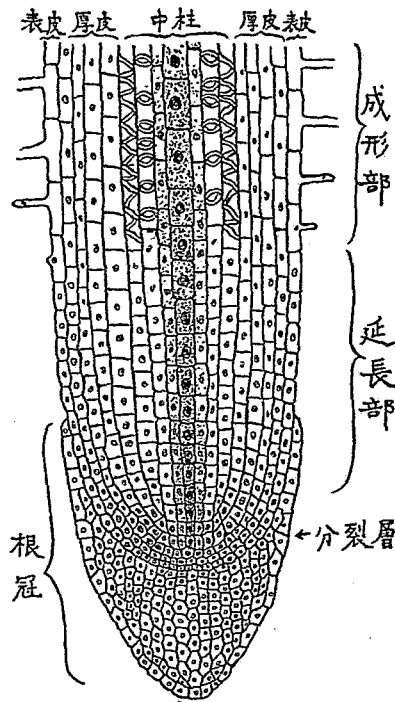
染色體，集合於紡錘絲之赤道，是為中期 Metaphase，如圖丁。染色體一枚，每貫於一紡錘絲上，今每枚

既裂爲二，則各貫紡錘絲由赤道而兩極，是爲後期 Anaphase, 如圖戊。染色體既平分而集於兩極，同時新細胞板 Cell-plate 出現，是爲末期 Telophase, 如圖己。一細胞之核，既經此若干步而平分爲二，其細胞分裂時之組織遂漸消失，又返乎平時之靜止期矣，如圖辛及壬。以上所述各期乃爲敘述之便而設詞，並無若何之意義也。

(2) 細胞之分化

細胞之分化，乃將由細胞分裂所產之多數相似細胞分化之，使成組織之謂也。其程序殊難以文字敘述，試觀第七圖葱根之縱斷面，其尖端有漸失生機之細胞一片，排列如圓錐形，名根冠 Root cap, 以其保護位於其上之組織如冠也；根冠之上則有發育正盛之細胞一片，排列如新月形者，曰分裂層 Meristem-zone, 以其分裂極盛，而供給於其上下之組織以細胞也；分裂層上則爲延長部 Elongating zone, 長約四耗，生長亦盛，惟其細胞較分裂層大，且具植物組織之雛形；再上則爲根毛部 Root-hair-zone 或稱成形部，根之應有組織乃漸明顯。若以此根毛部，與第十一圖根之橫斷面相較，則知二者皆有表皮，厚皮，中柱三種組織。

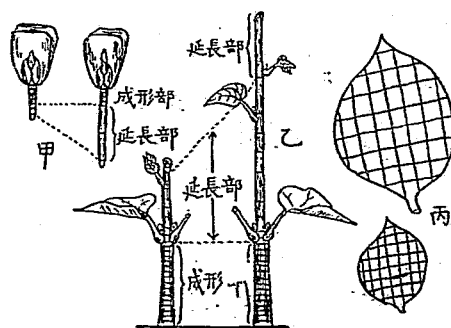
總觀葱根之縱斷面，則分裂層者供給其上下組織以細胞者也，其任務以分裂之法，而產多量細胞故其細胞皆相似；位於其下之組織為根冠，因系保護組織，遂漸失生機，其上為延長部，組織之分化始焉；再上至成形部各種組織之型乃顯然矣。



第七圖

(B) 根莖葉發育之狀況

根莖葉雖均由多數細胞分化而成，然其發育之狀況各異，若根則如上述有分裂層，供給細胞與延長部，使延長其體，就表面觀之，成形部較為固定，惟延長部能延長其體，由是根之生長似限於頂端，加第八圖甲。



第 八 圖

莖之延長亦限於頂端，與根相若，如圖乙；但單子葉植物之莖，其延長則在節中。葉之發育則與上大異，蓋大葉之組織，與小葉全部相同，小葉所有之細胞

，每個長少詳，即成一片大葉，就表面觀之如圖丙。

III 細胞研究之歷略

細胞之組織及其機能，迄今爲吾人所明曉者，已大
可觀，然從事研究，爲時甚暫，最早者不過二百餘年
。茲列述如下：

- 一。1665 胡客 R. Hooke 氏，發明細胞，並以之爲
植物組織之單位。
- 二。1831 黃堯伯 Robert Brown 氏，發明核於蘭科
植物。
- 三。1839 喜乃登及喜旺 Schleiden, Schwann 氏，宣
布細胞之說。
- 四。1846 王茂 Von Mohl 氏，用原形質之名詞於植
物細胞之有生機部。
- 五。同年賴寄利 Nageli 氏及王茂，解說細胞之分
裂。
- 六。1840 1850 之間，王茂解說細胞之分化，及植
物之組織。
- 七。其餘相關之發明：
 - 甲。1879 史查斯百格 Strasburger 氏，發明受

精作用於水棉；1884 又發明受精作用於高等植物。

乙• 1869 韓詩談 Hanstein 氏，研究胚胎之發育。

丙• 1873-1900 細胞學發達大盛。

丁• 1860-1900 植物生理學極形發達。

第四篇 根莖葉之組織及其機能

世間一切生物，其最要之工作莫如營養及繁殖：營養所以維持個體既得之生命；而繁殖則維持其種之長存也。本篇論根莖葉之組織及機能，乃欲知植物如何營養而維持其既得之生命。繁殖之法，則於下篇論之。

第一章 根之組織及其機能

I 根之機能

根生於土壤中，俾植物有立足之所，然後吸取地中水分鹽類以供枝葉之用；枝葉所作食物，若有盈餘，則儲於根中。是以根之機能，簡言之，凡三：曰固生，曰吸取，曰儲藏，分論於下：

(A) 根之固生

根之尖端爲圓錐體，又有根冠保護其分裂層，遂能深入於土壤中。根既深入於土壤，因其個性不同，有發育成直根制者，有成側根制者，有成鬚根制者。

直根制者，具一主根，旁生若干小側根，如胡蘿蔔是；側根制，則有大小相若之主根數枚，同時並存：以上兩種根制多生於雙子葉植物；而鬚根則多生於單子葉植物，其根為大小相若之無數小根所成，如玉蜀黍是。

以上三種根式，其固生於土壤之力，自以鬚根為最大，側根次之，直根則較弱。然各有其所長，試比較玉蜀黍之鬚根與蘿蔔之主根：一為一年生植物，莖高丈餘；一為二年生植物，莖高不過二三尺。二年生之植物，根需肥大，以儲存第一年所蓄之食料，而備來年結實用，莖高祇二三尺，生着於土壤之力，固不必如何強也，是故主根制最宜。玉蜀黍則不然，生命祇一年，食料無須儲存，莖高丈餘，則固生於土壤之力必需強，所以為鬚根制。天之生物，固有以也！

姑無論何種根，其固生於土壤之力，雖相較有強弱，而就其某一制單獨論，則其固生之力均甚偉也。蓋根必須固生於土壤中，然後莖枝葉方得立足之所，而風雨摧搖，動物拔嚙，皆所不能動，植物營養之基乃安定矣。

(B) 根之吸取

陸生植物之根，其幼嫩部雖亦能吸取地中之水分及鹽類，然其主要吸取之器官，則爲根毛 Root hair。水生植物無根毛，而具根囊 Root-pocket；蓋水生植物爲質細嫩，又全部浸於水中，本身即可吸取，無須根毛也，其細嫩之尖端，則有較長之根冠，即所謂根囊者，以爲保護。

設培養玉蜀黍之嫩芽一粒，俾其根之上半部生於空氣中，下半生於水中，則空氣中者生根毛，水中者無根毛，由是知根毛之有無，恆視其環境爲轉移也。

陸生植物，何以有根毛，則因土壤中之水分及鹽類，常隱於石末之縫間，根雖微小，亦難深進，故必須有組織如根毛者，方能無孔不入，盡量發揮其吸取之本能。是以陸生植物之吸取，與其曰根，無寧曰根毛爲妥也。

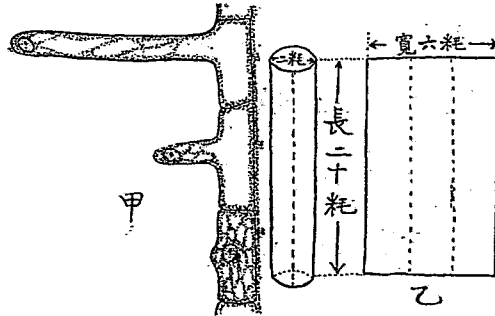
(1) 根毛之研究

根毛之所在。根毛既爲陸生植物之主要吸取器官，則應先知其所在。所在處曰根毛部(見第七圖)，位於延長部之上，根毛部雖較延長部固定，然而新者生，老者死，時有遷變，蓋根毛之生命亦頗有限也。

根毛之構造 觀第九圖甲，知根毛者，乃表皮細胞

之突出體，其形細長如管，管之內部則有細胞液附着於其上，而成原形膜，所以限制鹽類之出入者也。細胞液內，有核一枚，位於根毛之頂端，所以指導根毛發育之方位者也。

根毛之增加吸取面積。 根毛既為一細長圓管，其面積自較表皮細胞之面積大若干倍，設有大小相若之幼芽二，一有根毛一無根毛，則有根毛之幼芽，其面積較無根毛之幼芽，將大一千五百倍。



第九圖

今有幼芽之根一段，長二十耗，直徑為二耗，則其面積為一百二十方耗，以圖表之如第九圖乙。

蓋徑爲一，則周爲三，徑爲二，則周爲六，周即寬，乘長得一百二十方 μ ，或云十二萬方 μ 。(Micron)， μ 者，千分之一 μ 也。

若於此根上，每十五方 μ 有根毛一枚，而根毛之直徑爲十五 μ 長五百 μ ，則此根之面積，因具根毛之故，可由十二萬方 μ ，增至一萬萬八千萬方 μ ，以算式表之如下：

根之直徑爲二 μ ，乘三得周爲六 μ ……6

長爲二十 μ ……20

則面積爲一百二十方 μ ……120 μ^2

或稱……120.000方 μ

若每十五方 μ 有根毛一枚，則爲十五除十二萬，而

$$\begin{array}{r} 15 \overline{) 120,000} \\ \underline{8,000} \end{array}$$
得八千枚根毛……8,000

此根毛之直徑爲十五 μ ，其周必爲四十五……45 μ

長既爲五百 μ ……500

則每枚根毛之面積爲二萬二千五百方 μ 22500方 μ

每根毛一枚，爲二萬二千五百方……22500方 μ

則八百枚根毛……800

積爲一萬萬八千萬方 μ 180000000方 μ

以十二除一萬萬八千萬，得一千五百，故云根之面積有根毛者較無根毛者，大一千五百倍。

換言之，則根之無根毛者，其面積爲一畝百分之十二者，若具根毛，則其面積竟達一百八十畝。

根毛與移植植物之關係。 根毛爲植物吸取之主要器官，然其質極弱，故移植花木之際，原有根毛，泰半死去，枝葉遂萎，非俟新根毛生，由地中所取之水量如昔，不能恢復其原狀；是以移植植物之關鍵，在新根毛之產生也。

根毛之功用。 植物在幼芽時期，根毛可作固生於土壤之器官，及長則專力於吸取水分及鹽類矣。

(2) 水分之吸取

水分散漫於土壤內，隱於岩石末之縫隙，爲狀至密，非經高熱蒸發不能逐之使出，根毛所以能吸取之者：一則根毛無孔不入，蜿蜒於岩石末之縫間；再則利用滲透作用及儲水作用也。

滲透作用 *Osmosis*。 滲透作用者，凡二不同濃度之液體，如以一半透膜 *Semipermeable membrane* 分隔之，則其較淡之液體中，所含水分，終必透此膜而使較濃之液體濃度與已相若。今根毛中細胞液之濃度，

自較土壤中水分濃度爲濃，則土壤中水分透過細胞膜而達根毛之細胞液者，必然之勢也。

儲水作用 Hydration。土壤中水分因滲透作用而流入根毛內，根毛細胞內之原形質，以其爲吸水膠質 Hydration of colloids，儲水量極大，故水分之流入雖多，根毛亦能容之，且根毛內之水分，一旦較內部爲多，則其所儲之水，又被內部吸取而去，循此以往，土壤中水分乃長流不息，以入於根毛矣。

何爲吸水膠質？就前段所言，根毛之能儲水，其關鍵爲吸水膠質，膠質之儲水性頗有討論之價值：

試將吸水膠質，與真正液體及有沉澱液體相提並論：則池中濁水，若置於靜室瓶中，久之則見濁物盡沉底，而水遂清。當其溷濁之際，即謂之有沉澱液體。蓋此液體中之沉澱，重不足以立沉，而輕不能永浮，故雖一時混懸於水中，使水溷濁，而終必下沉也。

真正液體，則如糖之溶解於水，水甜而糖不可見，蓋糖之體雖混懸於水，而其體則小不可見也。介乎此二者之間，其體較真正液體大，而非顯微鏡則不能見，亦能永久混懸於水中，此之謂膠質液體。

吸水膠質之組織既明，更當知其蓄水之理：設有木

一方，浸於水中，其浸於水或吸水之面爲六面，若將此木塊切而爲二，則吸水之面，可多二面，更切爲四，則吸水之面，更增四面，若切此木塊爲無量數，則吸水之面，可增至無量數。膠質者，其存於水中之個體無量，其吸水之面自亦無量也，此膠質吸水力所以特強也。

土壤中水分之供給。土壤中之水分既被根毛吸取而去，則隣近根毛之岩石末縫中，勢必成爲真空，隣近此真空處之水分，因壓力變遷，遂自然流入，以此遞進，根毛旁之水，雖永流不息，以入於根毛，而賴真空作用，則可使其傍水分時時充足，是以植物所需之水分，永不告乏也。

(3) 土壤鹽類之吸取

土壤鹽，即土壤中水分所含之溶解物，鹽雖溶解於水，然不能與水分同時以進入根毛內，其出入根毛之關鍵，在乎原形膜 Ectoplasm，此膜特性在限制有機物之出入，而無害於單簡鹽類，所謂單簡鹽類，即無機鹽，如土壤鹽是。土壤鹽，雖可自由出入於原形膜，然既至根毛之內，則被細胞液變爲有機鹽，於是永不能再出矣。根毛中鹽類之量，雖較土壤爲多，而以其

爲質不同，遂使土壤中之單簡鹽類，仍有吸入之可能也。

隣近根毛之鹽類，既被吸取而去，他處之土壤鹽必來補其缺，情形與土壤中水分之供給相若，茲不復叙。

(4) 水分吸取與鹽類吸取之關係

昔人以鹽類既溶解於水，自然同時與水進入於根毛。然據近世研究所得，則水分與鹽類各行其道，兩不相擾，此說似較有根據。

(5) 根之趨水性及趨氣性

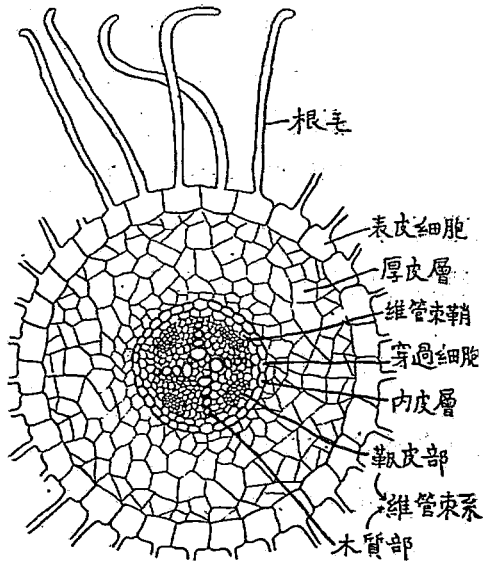
土壤之中，水分頗多，分布亦均，故所謂趨水性，並不顯著。趨氣性則頗重要，蓋土壤中空氣之存在，至深不過一二丈，而根之需空氣亦如枝葉，是以根之生長，每盤蔓於土壤上層，而不深入地中，便於吸取空氣也。故樹之幹，高可數十丈，而根之深則不過一二丈也。

(C) 根之儲藏

根之儲藏雖亦爲主要任務之一，但較之固生與吸取則大有遜色。就普通植物論：固生與吸取均爲植物命

脈所系，儲藏則不必有也。二年生植物，如番薯，蘿蔔，其根特別發達，儲多量食物，以備來年開花結實用，但可引為根之儲藏顯著之例，非一般植物皆然也。

II 根之組織



第十圖

前所論之根毛，乃根之表皮所改造，故根毛與表皮同爲根之最外層。位於此層內者，爲厚皮層，內皮層，維管束鞘，維管束系及髓。分論如下：

(A) 根毛及根之表皮

根毛與表皮 *Epidermis*，同爲根之最外層，根毛詳論已見前；今述表皮。根之表皮，其任務非節制蒸發過盛，而爲吸取水分之器官，謂之表皮，實就其地位而言，就其生理言之，則與枝葉之表皮迥異。表皮就字面乃指最外層，如根之表皮者，即其顯然之例。

表皮之組織，常爲細胞一層所組成，其細胞膜爲纖維素，質薄而軟，非如此不能吸取水分也。根毛爲表皮特殊之組織，此亦不可忽視之事實。

(B) 厚皮

表皮內有多氣道之柔膜細胞 *Parenchyma* 數層，曰厚皮 *Cortex*，其功用，或作臨時水分食物儲藏之所；或任輸運由根毛吸取之水分於根之內部；根於幼嫩時，常利用厚皮之柔膜細胞，以成其形。根既長，則厚皮與表皮每消失，內皮層乃起而代之，故厚皮與表皮者

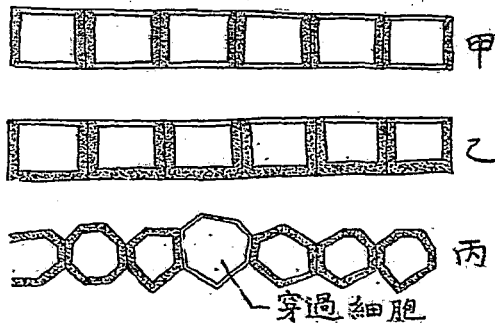
，幼根之臨時組織也。

(C) 內皮層

厚皮內面有細胞一層，曰內皮層 Endodermis，當根幼小時與維管束鞘，同為根之特殊組織，極易引人注目，及長，表皮與厚皮死去，內皮層乃服務如表皮；故內皮層，由生理上觀之，實根之真正表皮也。

內皮層之組織，於幼根時研究之為最宜，及其作用如表皮時，則組織必有增減，失彼原形矣。

內皮層之細胞，雖皆有角皮 Cuticle 化，然其角皮化之程度，則隨植物而各異：有僅細胞之二側膜角皮化者，如第十一圖甲；細胞之二側膜外，內膜亦角皮化



第十一圖

者，如圖乙；更有細胞之四膜均爲角皮化者，如圖丙。內皮層之細胞，若屬甲類，則水分自可由角皮細胞之內外二膜通過，若屬乙丙兩類，則由土壤吸取之液體，必爲所拼不能達根之內部，欲補此弊，乃夾於數枚角皮細胞間，有穿過細胞 Passage cell 之設，穿過細胞爲薄膜之細胞，而較角皮細胞稍大，如第十一圖丙是。

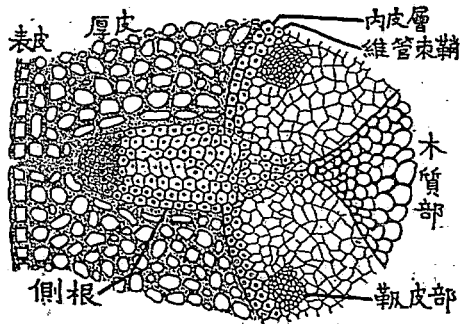
穿過細胞每對木質部而生，凡水分之吸入而阻於內皮層之角皮細胞者，皆得由此穿過細胞而通於內部組織。設若內皮層無角皮細胞，則水分之吸入者，漫無所歸，或達木質部，或達韌皮部，其至韌皮部者，更須轉流至木質部，方能上昇以至枝葉，今穿過細胞既對木質部生長，故水之吸入者，皆得集中，以達於木質部，乃無須浪費精力矣。

(D) 維管束鞘

維管束鞘 Pericycle, 乃緊隣內皮層之一層柔膜細胞也。(參閱第十二圖及第十三圖)生機頗旺盛，側根即由此生出，故其組織雖簡而任務則頗重要。

(E) 維管束系

維管束鞘內之組織，曰維管束系 Vascular-bundle system (見第十二圖)。其組織分木質 Xylem 與韌皮 Phloem 兩部：木質部位於中央，為管胞 Tracheary cell 若干枚所組成。管胞又分作四五組，繞中心排列成十字或梅花形，每組因小管胞位於外，大管胞位於內，遂成楔形。二組木質部之間，則為韌皮部。故根之維管束系，木質部與韌皮部相間並成一輪，如第十二圖。



第十二圖

根之維管束系，其組織在單子葉植物與在雙子葉植物，大略相同；以其深處地中，環境之變遷極微，故兩者莖之組織雖異，而根則頗相似，論者，以根為原始組織，值此故也。

根之維管束系，每集於中央；所以然者，根無左右搖動之慮，而有上部下壓之患，集中則易於抗上部壓力。因維管束之集中，厚皮遂覺特別寬大，寬大之厚皮，乃根異於莖之組織也。

(F) 髓

維管束系之中心，有薄膜細胞曰髓 Pith。根之髓因維管束系集中，頗欠明顯，且少射髓。

(G) 根之特殊組織

熱帶蘭科植物之根，其呈露於外者，每能吸收水分，此特殊機能之組織，曰根被 Velamen。根被為表皮外之組織，因其為數層柔膜細胞所組成，而包表皮於內，故名外皮層 Exodermis。外皮層內，則有厚皮，內皮層等組織，與普通根之組織無異。

(H) 側根

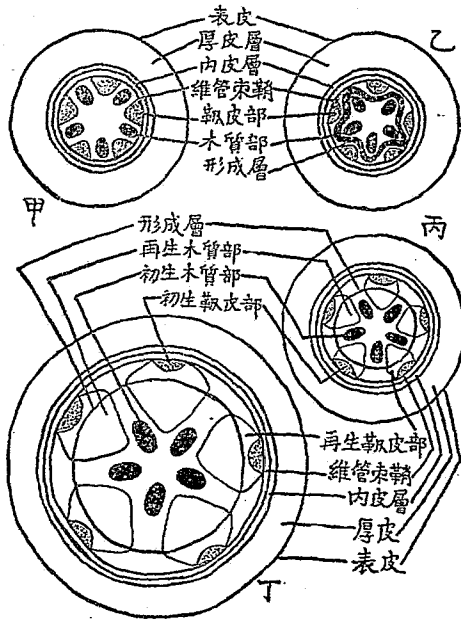
側根生於維管束鞘，而突破主根之厚皮及表皮，彷彿寄生植物之突破其寄主 Host 之組織然，觀第十二圖，則知側根自有其厚皮表皮，與主根之厚皮表皮截然爲二，而不相謀也。

III. 根之再度發育

幼小之根，其生長也，屬於普通細胞之分生，並無特殊組織，如第十三圖甲；及長，乃有形成層 Cambium 之發生。形成層位於韌皮部內，繞過木質部之尖端，然後返回韌皮部內，如圖乙。形成層既生，乃於韌皮部內生新韌皮部，於木質部外生新木質部。

原有之韌皮部，因先形成層而生，故曰初生韌皮部 Primary Phloem；新生之韌皮部，乃形成層之產物，故曰再生韌皮部 Secondary Phloem。木質部之發育及組織大致與韌皮部相若，故亦有初生木質部 Primary Xylem，與再生木質部 Secondary Xylem 之稱。再度發育之組織，與原有組織之關係，如第十三圖丙。根之發育既成熟，則其幼時之組織，韌皮部與木質部彼此相間而並列成之輪，終因形成層之關係，使韌皮部生於外，木質部生於內，儼然分成內外二輪矣，如第十

三圖丁。

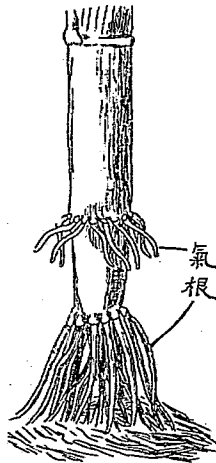


第十三圖

根之生命與其組織之關係。 根之生命，一年，二年或多年，隨植物而不同。一年生植物，根中雖有再度發育之可能，而缺木質化組織；二年生植物，則根之組織，多屬柔膜細胞，以備儲食料及水分之用，亦鮮木質組織；而多年生植物，則根之組織純為木質化矣。

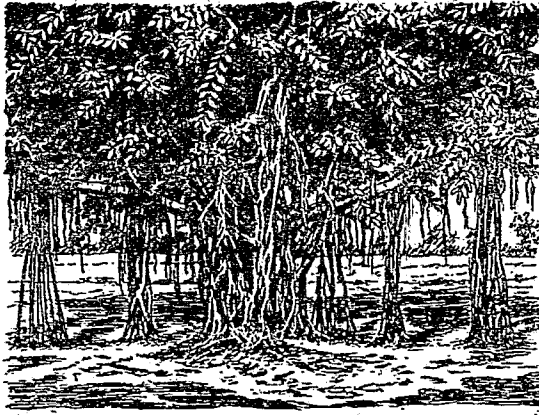
IV 特殊之根

根之組織功用，不在上所述中者，曰特殊之根。最常見者為氣根 Prop-Root：如第十四圖玉蜀黍之氣根，第十五圖撥洋樹 Banyan tree 之氣根；龜背竹（或稱蓬萊蕉 *Monstera*）之氣根，及若干無



花果屬 *Ficus* 之氣根。其主要任務，為支持主幹，而同時司吸取之職者也。其他水生之水龍 *Tussieua*，其根上生小根若干，直立而突出水面，以吸取空氣，亦根之具特殊組織而司特殊任務者也。

第十四圖



第十五圖

第二章 莖之形體及其機能

I 莖之機能

莖者，柱形之物，所以支持花葉果實使陳露於空氣日光中，而各發揮其本能者也。故論莖之功能，首言支柱，次之爲輸送及儲藏。

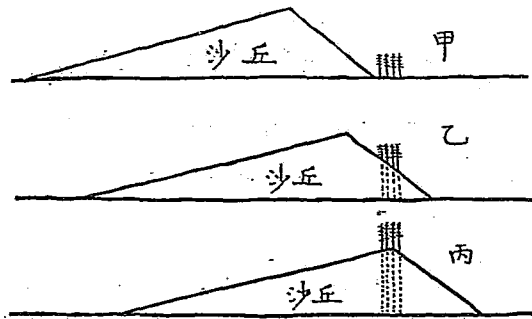
莖之支柱。花葉果實，既賴莖以支撐於空氣日光中，則莖自爲向光性之組織；然同時莖若生長於黑暗處，或四面透光處，則背地心而長，是以莖又可謂有背地性。此外亦有反乎常情者，如落花生之莖，則深入地中而爲向地性，馬齒莧之莖，平鋪於地而爲順地性，或順光性；牽牛花之莖，隨物攀緣而爲無定性。

某種植物之莖，既定爲某性，若將其莖倒置，其能辨上下也如常：試順插柳樹之枝於水中，則枝由上生出，且向上長，根由下生出，且向下長；若同時倒插柳枝於其旁，則枝由下生出，而向上長，根由上生出，而向下長，此之謂辨向性 *Polarity*，蓋其能辨別已之上下也。

莖之方位既定，枝葉遂生，而無量數之花葉遂各得

其所，每片之葉，皆得相當之日光空氣，以作食物，花果亦皆呈露於外，使風蝶及其他動物易於傳播花粉種子，於是植物之形遂定。

支柱既為莖之主要機能，莖若為泥沙淹埋，恒能延長其體，不使枝葉蒙其害，如第十六圖沙灘傍之樹木。此亦證明植物之有生機，而能適應環境之一例也。



第十六圖

莖之高，如悌榿 *Sequoia*，高可三百餘尺，小者如蘚，高不及寸，其大小之懸殊，竟若此也；莖之質，如紅木烏木，堅如金石，如眼子菜 *Potamogeton*，其葉出水乾之，幾若無物。然無論其莖之大小，質之疏密如

何，要皆以能支柱其枝葉爲任務。

莖之輸送。 土壤中所含水分鹽類之被根吸取者，必由莖向上輸送，而至花葉；根之食物，所取於葉者，又賴莖爲之向下輸送，則莖之運輸，乃地位之所必然者。莖若何而能當此重任，一研究其組織，自能了然。

莖之儲藏。 普通莖中，多少儲藏幾許之食料水分，然某種植物之莖，亦有特別儲藏豐富者，如馬鈴薯莖之儲多量澱粉，仙人球莖之儲多量水分是也。

II 莖之形態

莖之形，普通雖爲圓柱形，而亦有方形者，如薄荷；扁平者，如壽竹；球形者，如仙人球。莖或直立如柱，而不分枝，如櫻，如玉蜀黍；或分枝若干，如榆，如槭。莖之色，其幼小者呈綠色，以其含葉綠素而作少許之食物也，老者以樹皮之色爲色，遂成褐色；有一株植物其頂端爲綠色，下部爲褐色者，蓋其幼嫩者仍爲草本組織，而下部則已木質化矣。

莖之附屬器官

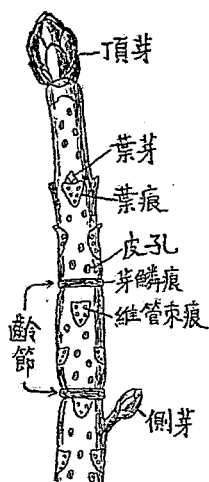
莖雖爲一圓柱體，然非一平滑之直管，每分作節

Node，二節之間曰節間 Inter node；幼嫩之莖，則有氣孔 Stomata 散布其上，及老則氣孔每變作皮孔 Lenticels，氣孔與皮孔之組織及名稱雖異，要皆為莖之呼吸器官；莖面更有若干之毛，以作保護或吸收水分之用；此外更有各種之芽，詳論於下：

芽之組織。芽為植物未成熟之器官，備將來發育成花葉枝幹者也，因其為幼嫩之組織，故有特殊組織以保護之，此保護組織，即芽之褐色薄膜，曰芽鱗 Bud-scale。芽鱗為栓皮 Cork 質，其上有絨毛，鱗片相疊成芽之時，二片之中，且具樹脂，芽中幼嫩器官，為質雖弱，而不畏蒸發過盛及低溫者，賴有此也。

芽有葉芽花芽及混合芽之分，當芽成熟之際，鱗片脫落，莖上所留之痕，曰芽鱗痕 Bud-scale-scar，植物既每歲生芽一次，則今歲所留之芽鱗痕，與去歲之芽鱗痕，其距離可以辨明為一年所生長，故曰齡節，見第十七圖。

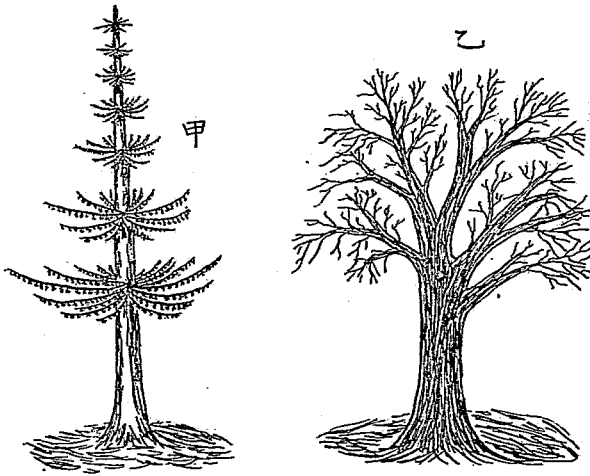
芽亦有無芽鱗者，常保護於其他幼嫩組織中，當此幼嫩組織成熟之際，芽亦漸漸成熟，故無須更有特別組織以為保護也。



第十七圖

芽與植物形體之關係。芽又因其地位不同，有頂芽 Terminal bud 及側芽 Lateral-bud 之分，頂芽位於莖之頂端，側芽則生於莖之側面，見第十七圖。莖之頂芽為一枚，則莖祇能順原有方向而延長其體，若為二枚則分叉成兩枝矣，此乃就莖之一部而言，若就植物全體言之，則植物之形為塔式者，如松杉，乃因其頂端每年產生頂芽一枝，其長高也，乃順主幹而上，再益以頂芽下有側芽若干環生成輪，而產若干之小枝

，年復如斯，樹形層層若塔矣，如第十八圖甲。植物之形爲繖式者，如楊，如榆，則因其頂芽爲二三枚，其長也乃順老幹而分叉，年復如斯，樹形如繖矣，如第十八圖乙。



第十八圖

此二式之植物，就理論言，似凡屬同類之植物，其形當完全相同，其實不然；蓋芽之生長力不一，強者每代弱芽而生，結果植物之形，遂各不同。

塔式植物與繖式植物之比較。塔式植物如松杉，其莖之大小上下相若，又分作無數層，蓋其高居山上，風強雪厚，非如此則難免風雪之摧殘。繖式植物，如榆如槭，幹大枝小，以其爲平地植物，風和日暖，冬季葉復凋落，無摧折之虞也。

III 莖之組織

莖之組織雖隨植物而不同，然皆小異而大同。惟雙子葉植物之莖，與單子葉植物之莖，相差稍巨。茲分述如次：

(A) 雙子葉植物之莖

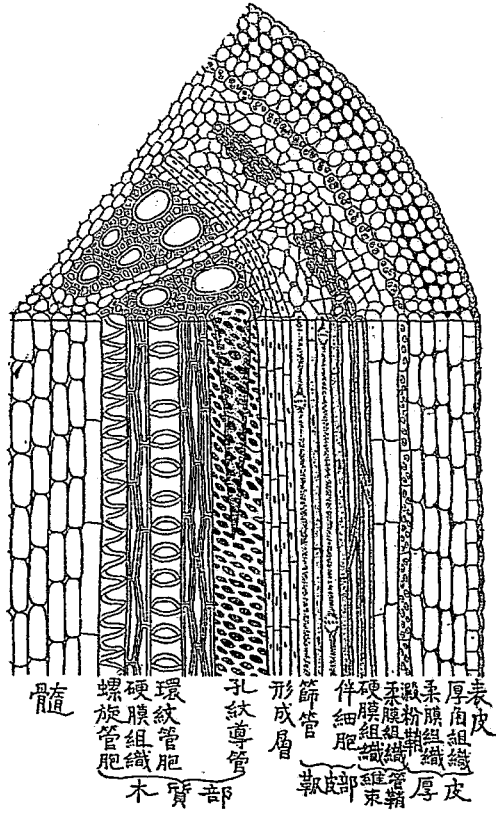
(參閱第十九圖)

將雙子葉植物之莖，以刀切成一薄片，置顯微鏡下觀之，則其組織有如幼根：有表皮，厚皮，維管束系及髓；所異者，厚皮比根之厚皮薄，髓較大，且內皮層及維管束鞘之存否不定，有之而其組織與根亦不同，詳論於下。

(1) 表皮

莖之幼嫩者，最外一層細胞曰表皮，細胞膜頗厚，

而尤以外膜爲特甚，所以防止蒸發過盛，及保護內部組織者也。表皮之上，且有氣孔若干散布存在，以備莖之呼吸。



第十九圖

(2) 厚皮

表皮內之組織，曰厚皮。莖之厚皮分三部，位於外者，曰厚角組織；位於中者，曰柔膜組織；位於內者，曰澱粉鞘，又曰內皮層。

厚角組織 Collenchyma。厚角組織之細胞，乃柔膜細胞 Parenchyma-cell 之變態也。在柔膜細胞之角部，或三四細胞相會而應成氣孔之處，以纖維素填滿之，其細胞彼此相連之處，則膜質之薄如常，謂之厚角細胞者，以其角部獨厚也，角厚則質必堅，方可替代堅硬組織，其餘細胞膜薄，則水分與食物又有自由轉移之可能，誠幼莖中最合宜之組織也。

厚角細胞內有原形質少許，故為有生機之細胞，因其隣近於表皮，有時受日光影響而產葉綠體，以作食物，故名葉綠細胞 Chlorenchyma。葉綠細胞，乃一普通名詞，凡細胞之有葉綠體者，皆得稱之為葉綠細胞。

柔膜組織 Parenchyma。厚膜組織之內為柔膜組織，其細胞即普通之細胞，細胞膜薄，有少許之原形質細胞之形頗整齊，見光亦能成葉綠細胞。幼嫩植物，柔膜細胞常利用水之漲力而生韌性，以代其他堅硬

組織，此類組織，並可作食料之臨時儲藏，以及由內部輸運水分食料於厚角組織及表皮之用。

澱粉鞘 Starch sheath 或稱內皮層 Endodermis。柔膜組織之內，有細胞一層，其細胞中每含澱粉粒，故名澱粉鞘，亦稱內皮層，因其存否不定，故每從略，今姑存之，以備參考。

(3) 維管束鞘

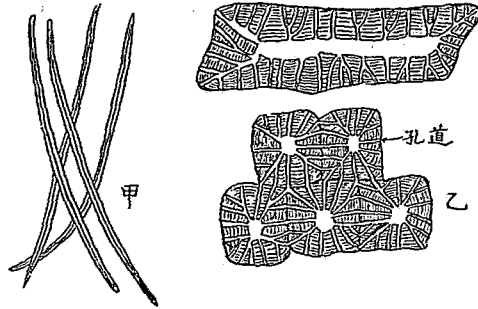
位於厚皮內之組織曰維管束鞘，名雖同於根之維管束鞘，而組織及機能則大異，分兩部，外者曰柔膜組織，內者曰硬膜組織。

柔膜組織。柔膜組織與澱粉鞘相隣，其組織與厚皮內之柔膜組織類似，茲不復述。

硬膜組織 Sclerenchyma。硬膜組織位於柔膜組織之內，當莖幼小時，繞維管束系成一輪形，及莖長大則裂成若干組星布如輪。

硬膜組織之細胞為死細胞，其細胞之膜特厚，與硬膜細胞相似之細胞尚有兩種：其體特別長者，謂之木質纖維 Wood Fiber，如第二十圖甲，吾人日用品之纖維質即取材於此；其細胞之短而粗者，謂之石細胞 Stone-cell，如二十圖乙；硬膜細胞與木質纖維祇其細

胞膜特厚，而石細胞則於特厚之膜上，更有孔道之設，以與外部貫通焉。



第二十圖

(4) 維管束系

維管束鞘內之組織曰維管束系，乃為韌皮部形成層及木質部三種組織所組成。韌皮部居於外，形成層居於中，木質部位於內，常集成一組，各與其隣組或密集而成一輪形，或散開成一輪形，此輪形之組織，即所謂中柱 Vascular-cylinder 也。

(a) 韌皮部

莖之韌皮部，乃維管束系最外部之組織，其先形

成層而生者曰初生韌皮部 Primary Phloem，後形成層而生者曰再生韌皮部 Secondary Phloem，在此先論初生韌皮部，再生韌皮部於討論形成層及再度發育時補述之。

初生韌皮部之組織，爲篩管，伴細胞，韌皮部柔膜細胞三種。

篩管 Sieve-tube。篩管爲薄膜之長細胞，其細膜有原形質一層附着於上，其核則於篩管成熟之際，無形消失，篩管彼此相隔之橫膜，因其上有小孔，曰篩孔 Sieve hole 者若干，爲狀如篩，故曰篩版 Sieve-plate。此亦篩管之名所由來也。篩管之側膜亦有孔以通於隣篩管，或伴細胞，然頗不易窺見。

篩管之篩孔，其全部或一部早遲必爲含水炭素質之塞板 Callus-plate 所塞，塞板之機能，似特用以限制孔之大小者。篩管若在冬季或至老境，則篩孔必爲塞板所塞；幼小植物其篩孔縱一時被塞，而至植物工作旺盛之時，自必無形消滅也。

篩管爲利於輸送食物上下之特殊器官，其篩孔之組織，更特別合於蛋白質之輸送。普通論韌皮部爲食料輸送之組織，而篩管乃韌皮部中真正輸送食料之具，

故篩管者，韌皮部之主人也。

伴細胞 *Companion-cell*。附着於篩管傍之小細胞名伴細胞，與篩管稱姊妹之組織，以其分裂於一母細胞，其後乃分化成篩管與伴細胞也。伴細胞之機能至今尚欠明瞭，因其有核又附着於無核之篩管傍，殆彼之核固關係於篩管之機能者乎？

韌皮部柔膜細胞 *Phloem-parenchyma-cell*。韌皮部中，每有柔膜細胞之存在，此類細胞，無特殊機能可述，不過充塞空間而已。

(b) 木質部

位於韌皮部之內為形成層，形成層內方為木質部，先述木質部而後形成層者，以形成層關係韌皮及木質兩部之組織也。木質部亦彷彿韌皮部，有初生木質部 *Primary-Xylem*，及再生木質部 *Secondary-Xylem* 之稱。初生木質部因發育於形成層之先，茲先述之，再生木質部發育於形成層之後，後再補述之。

初生木質部又分原生木質部 *Protoxylem*，及次生木質部 *Metaxylem*。原生木質部位於莖之中央，先次生木質部而生，次生木質部位於其外。分述如下。

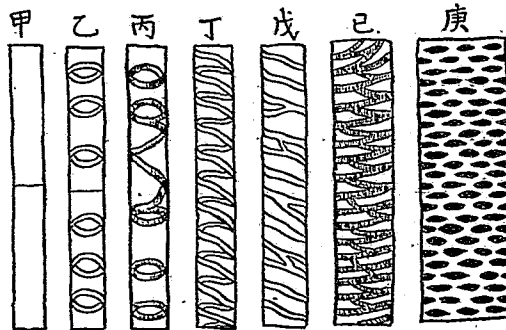
(一) 原生木質部

原生木質部者，幼嫩植物中之木質組織也。該部之組織，大部屬於管胞與柔膜細胞兩種。

柔膜細胞。柔膜細胞即普通細胞，以供充塞空間之用者，並無特殊之機能。

管胞 Tracheid。管胞為原生木質部主要組織，用以上下輸送水分者也，因其生長於發育正盛之植物中，故其組織必須能與其他之組織隨時可以延長，茲述其組織如下：

管胞可分作三類：曰環紋管胞 *Annular tracheid*，螺旋紋管胞 *Spiral tracheid*，網紋管胞 *Reticulate tracheid*。環紋管胞者，乃於細胞膜上作環紋，如第二十一圖乙



第二十一圖

；螺旋紋管胞，則於細胞膜上作螺旋紋，如二十一圖丙及丁；網紋管胞於細胞膜上作網狀之紋，如圖己。

今將此三類管胞比較之：則二十一圖甲，乃一普通之柔膜細胞，並無特殊之組織，若於其膜上加數環如圖乙，則成環紋管胞矣。此細胞膜上，因環之增加，自較普通之柔膜細胞強壯；若將環紋之環切開，使各環頭尾相接，則成圖丙之螺旋紋矣；若此螺旋紋之螺旋增加，且使紋間各有相連處如圖丁，戊，己，則成網紋管胞矣。是以網紋管胞，初視之似與普通之柔膜細胞爲兩物，而究其發育之經過，則網紋管胞，亦由普通之柔膜細胞，漸漸演成者也。

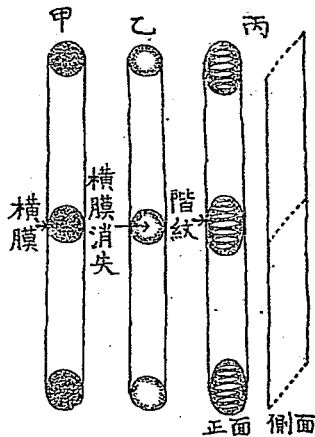
因其組織之增加，其硬度自必隨之而增，然同時其細胞膜原有之薄處，又可使細胞彼此間之貫通無阻，誠一舉而兩得也。且此三類組織，其加厚之處，或彼此不相連貫，其連貫者，又取螺旋之式，然則可隨時延長其體，自甚明顯。生長正旺之植物，不有此類組織，何能任意發育而延長耶！

（二）次生木質部

次生木質部，乃較成熟植物中之組織也。爲導管，木質纖維，及木質部柔膜細胞三種組織所組成。

導管 Vessel。 次生木質部之導管又名孔紋導管Pitted-vessel。 因其管上有孔若干也。如二十一圖庚。孔紋導管之組織，乍視之亦頗奇特，若以之與網紋管胞相較，則知孔紋導管者，不過網紋管胞上之網紋加密而已。導管因組織之關係，形頗固定，為質亦堅，故生於植物之較成熟部分。

管胞與導管就字義言之，前者乃一細胞，後者則為一管形。既稱為管，必系多數細胞所組成之一長筒而消失其橫膜者也。茲圖述橫膜消失之法於下：



第二十二圖

設有細胞數枚，頭尾相連，則細胞之間彼此必有橫膜以隔之，如第二十二圖甲，若此橫膜完全消失，則此若干之細胞即打通成一長筒，如圖乙，若此橫膜作部分之消失，而成若干之長孔，則如圖丙，成爲階紋狀態。導管因直徑頗大，其橫膜之消失，常採階紋制，故此類導管又有階紋導管 *Scalariform vessels* 之稱。

木質纖維 *Wood fiber*。次生木質部之木質纖維乃細長而尖之死細胞，細胞膜頗厚，膜上有小孔若干，以便纖維彼此貫通之用。纖維之似管胞者，曰纖維管胞 *Fiber Tracheid*，此種管胞與木質纖維，同爲雙子葉植物木質部之主要木質組織也。據最近研究所得麻之纖維有長至五百二十耗者（約二十英寸），一細胞之長若此，亦可觀矣。

木質部柔膜細胞 *Xylem-parenchyma*。此種細胞亦供充塞空間之用，間亦儲藏食料。

(c) 形成層

形成層者，韌皮部與木質部間之組織也。當莖幼小之時，其存在祇限於韌皮部與木質部之間，及長則莖中所有之形成層，彼此相連而成一全輪。形成層之細胞常扁平，有極濃之原形質與核，植物中生機最旺之

組織也；惟其質弱，又介乎韌皮與木質二部間，植物之皮，遂極易脫落。

形成層之任務為產生再度組織。其產生之法，乃於初生韌皮部內，產生細胞若干，分化之使成韌皮組織，是為再生韌皮部；同時於初生木質部外，產生細胞若干分化之，使成木質組織，是為再生木質部；其橫斷射髓而生之形成層，則於其內外二面產生新射髓。形成層之組織，既在莖中成一輪形，故其組織之增加，自不限於一隅，由是因形成層之發育，而莖之全部遂增大焉。

(5) 髓

維管束系之內，有柔膜細胞填滿莖之中央者，曰髓。能儲藏多少之水分及食料。一年生植物，髓之組織極明顯，所佔面積亦廣；多年生植物，則髓為臨時之組織，早遲必代替以木質組織也。

(6) 射髓

莖之幼嫩者，每組之維管束常被左右行之柔膜細胞所隔開，分成若干組，此橫行之組織，即所謂射髓 Medullary ray。因其通於髓，且同為柔膜細胞故名。然射髓與髓實兩不相關之組織也，蓋射髓之發生於形

成層先者，與髓同為普通之細胞所分化，其後於形成層發生者，乃形成層之產物，其發生正如再生韌皮部及再生木質部，故雖名為髓，而與髓殊無關係，學者當留意焉！

射髓之細胞，每為橫列，所以貫通髓或內部之組織與外部組織，以輸送食料水分者也，有時亦作臨時儲藏器官。此種組織，以在木材中為最顯著，詳論見後。

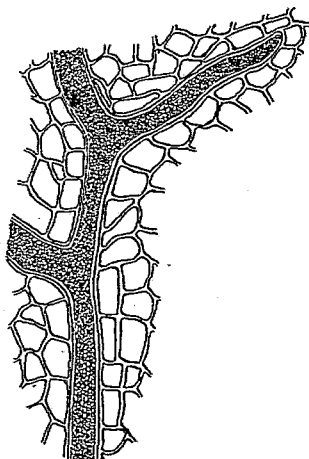
(7) 雙子葉植物莖中之其他特殊器官

所謂特殊器官者，僅限於某數種植物，非普遍之存在也。屬於此類之器官正多，茲擇其常見者大略言之，以備一例耳。

樹脂道 Resin-duct。樹木中細胞間之空處，常有樹脂存在，是為樹脂道。其組織之較發達者，為樹脂分泌細胞所組成，而成一固定之組織。松樹所產之松香，即松樹樹脂道中所產物，其他桃杏亦常有同類之物流出，常人稱之為樹膠，名雖異，而成分則頗相若也。

乳管 Latex-tube。植物中如菊科之蒲公英 *Taraxacum*，蘿藦科之蘿藦 *Metaplexis*，試折斷其枝葉，則

有白汁如乳者流出，此即乳管中之產物也。乳管乃植物固定之器官，常分枝成網狀，如第二十三圖。



第二十三圖

其發育之法有二，或為細胞之失其橫膜者，貫通成一分枝之長乳管；或在植物之幼芽中，即已開始發育，植物漸長，乳管亦隨之而長，蜿蜒於植物之其他組織間，如寄生植物焉。其發育之法雖異，結果則一。乳管之出品頗多，最著者如鴉片 Opium, 橡皮 Rubber, 及護膜 Gum (口香糖即 Gum 加香料而製者) 等物

是。

油囊 Oil-gland。橘皮之上，常有無數小小突起，若切之成一薄片，置顯微鏡下觀之，則見若干小油珠集於一囊中，即油囊也。

(B) 雙子葉植物莖組織之變易

前所討論者，乃就雙子葉植物莖中，應有之組織大略言之，非雙子葉之莖皆如此也，普通之莖其組織不如此複雜者，學者自易瞭然，但亦有較上述組織繁多者，如南瓜之莖，其木質部之兩面均有韌皮部，此種莖名曰雙系組織 Bicollateral，所以與上述之組織，名傍系組織 Collateral 者區別也。

他如金魚藻 *Ceratophyllum*，則因其為水生植物，而維管束系之組織，大半消失，此蓋適應環境而退化者也。

(C) 單子葉植物之莖

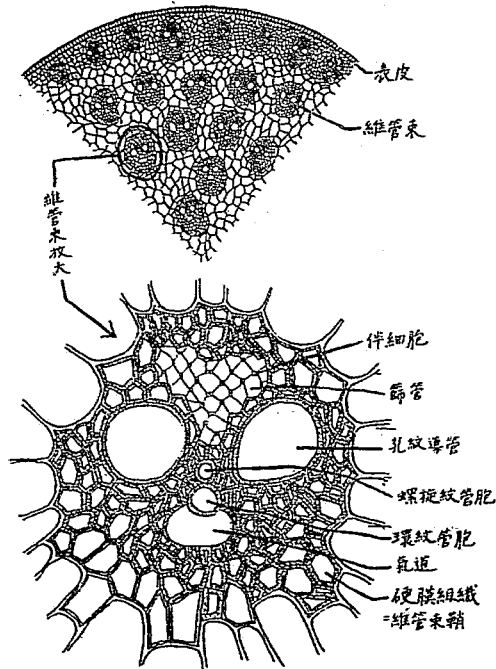
單子葉植物莖之組織，與雙子葉異者，組織排列之不同耳，至若各器官之構造則大同而小異也。

表皮。單子葉植物之表皮，與雙子葉植物，組織

機能皆相彷彿，惟單子葉表皮之細胞膜上，常有多量石英 Silica 質存在。

厚皮。 單子葉植物莖之厚皮，有厚者，有薄者，然普通則欠明顯。

維管束系。 有韌皮部木質部，而無形成層，故缺



第二十四圖

再度發育，此異於雙子葉植物者也；又其韌皮部與木質部所成之組，星布於表皮內，而不作若何顯著之排列，故其莖中無明顯之髓及厚皮，此亦與雙子葉植物不同。

其中心雖無明顯之髓，然其維管束系所成之組，分布於中心者則較少，故其莖之老者，中心組織盡消失而成一空筒，如竹其例也，單子葉植物維管束系中，各組織之排列，亦與雙子葉稍異，述之如下：

單子葉植物之韌皮部向表皮而生，其組織亦為篩管與伴細胞，無異於雙子葉植物；木質部向中心而生，由韌皮部而內；則有螺旋紋管胞，環紋管胞及氣道各一，順光射面直列成一行，行之兩傍則有大孔紋導管各一；此外有硬膜細胞若干枚，繞所有之組織而生，名曰維管束系鞘 *Bundle-sheath* 保護內部之柔弱組織者也，見第二十四圖；維管束鞘外，更有柔膜細胞若干，以填滿其餘之空間，因其無一定組織，故不命名，若以無名為不快人意，呼之為髓可歟？

(D) 維管束在莖中之聯絡

植物之根莖枝葉，無處無維管束之組織。在雙子葉

植物莖中，每組維管束系並列而成輪形，故每組間彼此均有充分聯絡，同時莖之組織上通於葉，下接於根，由是植物全體，殆無處不相連矣。

單子葉植物之維管束系，雖每組各不相貫通，而皆相聚於節，以便水分食料之交換，結果各部組織彼此亦得連通焉。

(E) 支柱組織

樹高有達數十丈者，自必有特殊組織以勝支柱之任，今之欲討論者，何為支柱組織？支柱組織之分配，及支柱組織分配之意義。

何為支柱組織？柔膜細胞，厚角細胞，厚膜細胞三者，支柱組織之主要元素也

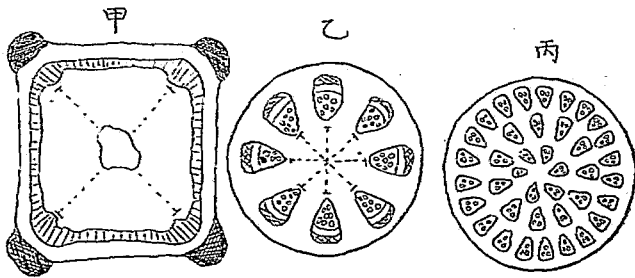
柔膜細胞似不宜列於此類，今強置此者，以其多少亦產生若干支柱之力也；蓋柔膜細胞中，若充滿液體，因水之漲力，每生張力，此張力所以使植物幼嫩部，成其形者也。

厚角細胞，其角部特厚，自屬一種堅硬組織，且同時其角外之膜，又似柔膜細胞之薄膜，能利用水之漲力產生張力，是厚角細胞以其特殊組織，而產兩種支

柱之力也。

厚膜細胞，一種死細胞也。木質纖維，硬膜細胞及厚膜導管屬之，纖維之長短不一，由數糲至五百餘糲；厚膜導管之厚薄亦各不同，然均植物之支柱組織也。

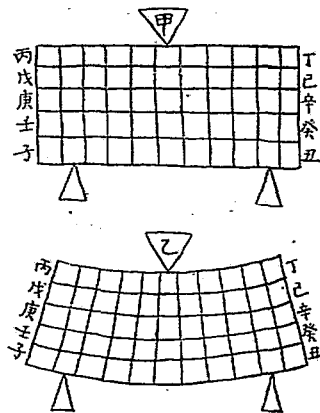
支柱組織之分配。試研究莖之橫切面，大概可分三類：其最簡單者如第二十五圖甲方莖之植物，莖之四角有主要支柱組織一組；其較複雜者如圖乙，圓莖之植物，其支柱組織排列成輪形，二者均雙子葉植物之莖也；單子葉植物莖之支柱組織，則頗複雜，可參閱圖丙。以上三類組織各有其意義，申言如下：



第二十五圖

支柱組織分配之意義。講釋支柱組織之意義，有一先決問題焉，即工字組織之意義也。試觀鐵路軌道，其兩端成工字形，此所謂工字組織也。近世建築橋樑及其他一切工程之支柱材料，無不成工字形，以其有特優之點在焉。

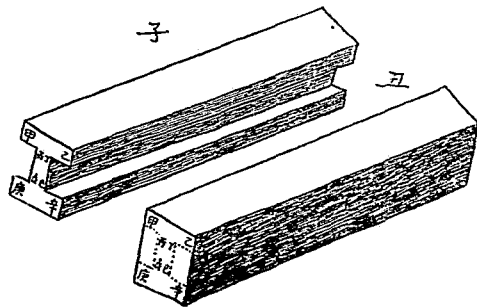
設有木一方，高架其兩端，而置物於中央壓之，如第二十六圖甲，久之則成爲圖乙情形。若分析此二圖之變形，則知此木中央被壓而下垂，兩端則因被支柱不能下移。



第二十六圖

更細析之，觀圖乙，則知丙丁線上之細胞因上面被壓，細胞在中部者遂被擠小，戊己線上中部之細胞亦然，但不若丙丁之甚，庚辛線上之細胞則不受如何壓力，至壬癸線上，中部細胞反漸被撕大；此勢在子丑線上尤見明顯。是以同一木也，受同一之壓力，因地位不同，所受之壓迫亦異。

今觀第二十七圖，於甲乙之下，庚辛之上，加以丙丁戊己之木一片，上支甲乙，俾其中部細胞雖受壓而不擠，下接庚辛，使其中部之細胞雖受壓而不被撕，則其效力正與甲乙庚辛爲一實心之方木者等，蓋甲乙庚辛間之組織，亦不過上阻甲乙之擠小，下免庚辛之撕展也。



第二十七圖

工字組織即利用此理所組成，其效力與實心者相等，而同時材料可以節省，空間又得讓出，以便其他組織之用，蓋一舉而數得也。

工字組織之意義既明，如第二十五圖者，甲圖乃二工字，乙圖乃四工字，丙圖乃多數之工字也。此乃就維管束排列而言。

就維管束個體論之，如第十九圖，其硬膜組織與木質部可稱工字之上下橫，其間之韌皮部則為工字之一直，因其中心並不受任何壓力，故勿須若何堅硬之組織也。又如第二十四圖，其維管束系鞘之上下，可稱工字之上下橫，其中間之組織則為一直。述二例不過舉其大者，顯而易見者言之，其他植物之組織，凡有受搖動之機會者，無不利用工字之組織焉。

至若根之支柱組織，則祇用於抗上部之下壓，並無左右搖動之慮，故其支柱組織多集中於中心，以完成其特殊之任務。

(F) 莖中水分食料之輸送

莖之組織已詳言於上。茲將進論水分與食料輸送之法。

水分由根毛吸入。上升而至枝葉，其所經之器官則爲導管與管胞，所以能上升至頂者，其中以毛細管之力 *Capillary-force* 爲最著，葉之蒸發力次之，蓋水分由根吸入者，雖能利用滲透作用上升少許，然樹高數丈，或數十丈者，決難一升而達其顛。

故水由根吸入者，先上升至導管，然後由導管利用毛細管之力，再上升若干尺，及近枝葉，葉中原有水分因被蒸發，遂成真空，莖中上升之水分，乃藉此新力之助，遂直抵葉中。如此循進，水分乃源源上升不已。

食料分含水炭素與蛋白二種：含水炭素其存於儲藏器官者，爲澱粉粒 *Starch-grain*，不宜於輸送者也；其視各器官之所需，而彼此輸送者，則爲糖，糖之輸送，普通利用滲透作用，緩緩移動於韌皮部內，當植物工作最盛之時，導管中亦帶糖輸送；蛋白質則每溶解於水中，成液體而上下移動於篩管之中。

IV 莖之再度發育

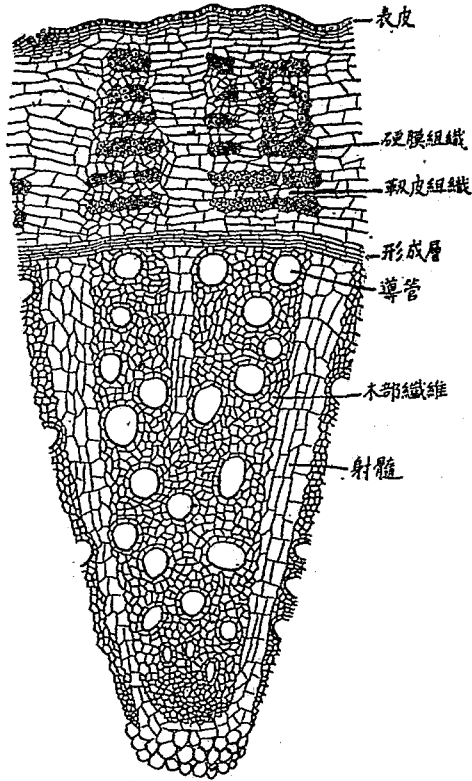
莖中之組織，其爲形成層所產生者，屬之再度發育，故論再度發育，宜先言形成層。形成層與初生韌皮

部，初生木質部同為普通之細胞所分化，形成層既成，則從事於再度發育。

形成層在普通莖中，浮視為若干層扁長細胞所組成，如第十九圖；實則形成層之本身，不過一層之扁長細胞，其他若干層乃形成層之產品，預備分化其他之組織者也。形成層細胞之分裂，先由一分為二，其一留作形成層，其他則再分為二，或更裂為四，以便分化其他組織。

形成層之任務，前已略言之，其隣初生韌皮部者，產再生韌皮部，隣初生木質部者，產再生木質部，隣射髓者產射髓於形成層之兩傍，莖之全部因此以增大其直徑。初生韌皮部及木質部詳論見前，以下言再度發育之組織。

再生韌皮部之篩管與伴細胞，每與硬膜細胞交替而生，如第二十八圖。韌皮部之富於硬膜細胞，乃所以得名之由也；日用之繩索葛麻，即此硬膜細胞之產品，而關係於人生者也。再生木質部之組織，與次生木質部大致相若，不復贅述。今分論因再度發育所產出之各種組織及器官。



第二十八圖

(A) 年輪之組織

參閱第三十及三十一圖

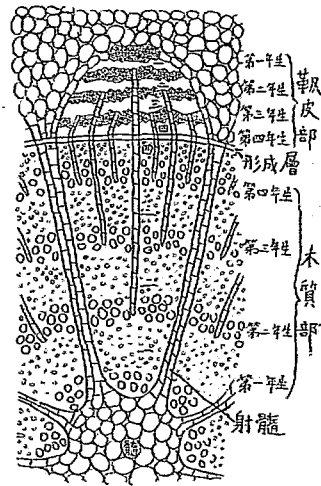
樹木之生長，自以春季爲最盛，新葉怒發，供給此新葉水分之導管，亦同時產生，此時之葉須水量極巨，應時而生之輸水導管亦遂特別長大，夏秋之際，爲植物食物生產之期，雖須水多，然因春間已產生多量之大導管，此時似已足用，縱須添設，小者即可，且此時正有餘力，添產木質纖維木質部柔膜細胞，以供支柱及儲藏之用，以是而多年生植物，其每年所產之再生木質部，因春夏需要不同，多孔之春木與小孔之夏木，遂交替而生，年復如斯，遂成年輪 Annualring。(閱第三十圖之甲乙丙丁及第三十一圖木之橫切面)。而因此可識樹之年齡焉，是年輪之所由稱也。

更感興趣者，每年氣候及其他種種關於植物生長之環境，常影響於年輪之寬窄。既知某樹伐於何年，而研究其年輪，因年輪之寬窄，即知某年氣候適於植物之生長，某年氣候不佳，歷歷如見。

熱帶植物因一年之間，氣候如一，年輪遂不可見，然韌皮部之韌皮組織仍與硬膜組織交替而生，如第二十八圖，故雖不見年輪，亦得知其年之大小也。

(B) 射髓之組織

射髓所以聯絡莖之中心與外部者也。當莖幼小時，數枚射髓已敷用，莖漸長，射髓之數亦隨增，觀第二十九圖，則知第一年之射髓與髓相通，第二年之射髓為形成層產物，故只與當年再生韌皮部及再生木質部



第二十九圖

相接，第三年之射髓則與第三年所產再度組織相連，以此類推，射髓之數，與年輪數，當相伯仲也。除第一年之射髓外，其餘均屬再度組織與髓殊無關係。

射髓既為貫通內外之組織，其大小以能足用為止，

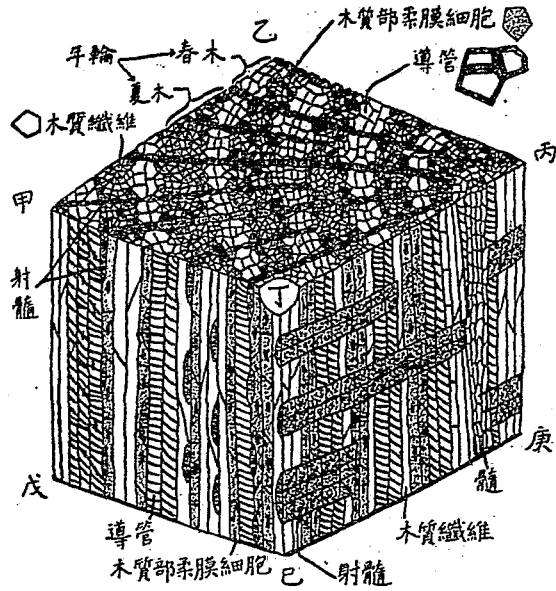
觀第三十圖 知其寬不過一二細胞，高不過十餘細胞，長則隨地而定，如上節所述。所以然者，因射髓為橫行組織，不可過寬，不可太高，否則其穿行於他直行組織間，可使直行組織易於劈裂也。

(C) 木之各面

有木一方，已明瞭其組織，則應識其某面為如何切面。第三十圖甲乙丙丁者，木之橫切面 Cross section 也；以木之細胞均系上下行，今其細胞既被橫切，自是代表木之橫切面。

除外橫切面，為縱切面 Longitudinal section。縱切面分兩種：其經過中心而切者，曰光射切面 Radial section；不經過中心者，曰正切面 Tangential section。光射切面與正切面之分，視乎射髓。蓋射髓由中心射出，如光之四射，光射切面則射髓成爲一片左右行之組織 如第三十圖之丁丙己庚。正切面則射髓被橫切，如三十圖之甲丁戊己。

除外射髓；導管，木質纖維，木質部柔膜細胞三種組織，於橫切面則被橫切；於光射切面及正切面，則被縱切。故欲辨明木之切面，宜先識射髓之形。

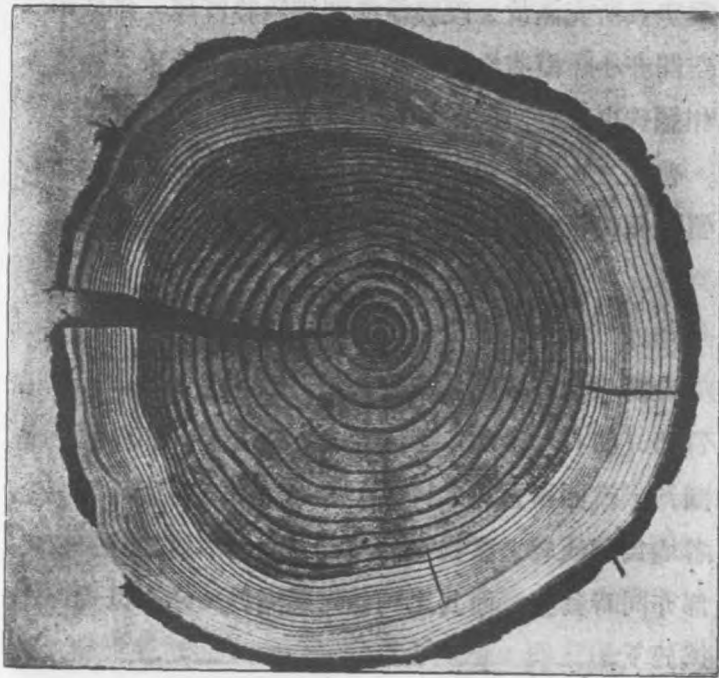


第三十圖

(D) 淺色木質與深色木質

植物之木質部，本隨每年之葉而產生，則早年生之木質部，必漸失其生機而只任支柱之職；是以大樹一株，其生機每限於外部，內部則生機喪失，而純為支柱之組織矣。外部因生機尚留，仍有水分食料之儲存

，故木質為白色；中心之木，以其細胞中常被鞣皮酸 Tannin 樹膠 Resin 質所充滿，以防腐亂，遂成暗色。是大樹之莖，其橫切面外圈為淺色，而內部為深色也。見第三十一圖。



第三十一圖

(E) 木之重量

木之重量，視其組織而定：若為柔膜細胞所組成者，其質必輕；硬膜細胞組成者，質必重。柔膜組織之所以輕，以其細胞膜極薄，生機喪失之後，細胞中常為空氣所充滿故。硬膜組織則細胞膜既厚，細胞中之空間亦小，縱有空氣存在，為量有限。此木之輕重大相懸殊也。

普通之木，若置水中煮之，盡逐其中所含氣體，其質雖極輕，終必下沉。以木較水重約一倍半也。

(F) 木質部與韌皮部量之比較

大樹一株，橫斷其莖，如第三十一圖：其中心之木質部（即有年輪部），較外表之韌皮部（即外部之黑圈），就面積言，大可數十倍；然依據前所論述，二者均為形成層之產物，且形成層產生木質部時，韌皮部亦同時發生，而其比例如此懸隔者，殆有以焉。詳述於下。

其最著原因：木質部細胞為質極堅，凡木質部組織，一經發育，即有長久存在之可能，而韌皮部組織，

除少數硬膜細胞外，均爲薄膜細胞，自難久存也。

且木質部居於形成層內，其再度組織不論增加若干層，均無損失之虞；而韌皮部居於外，自易脫落矣。再則木質部就原有組織上增其組織，不受任何壓力；韌皮部則因木質部居於內，日漸長大，其組織受中心外擠之力，與日俱進，故其由再度發育所產生之組織，雖不脫落，而受內中壓力故，亦必特形微小也。

(G) 樹皮之組織

莖之直徑日漸長大，韌皮部之老而居於外者，終必開裂，內部組織遂呈露於外，而有蒸發過盛及菌類侵蝕之慮。當此時，厚皮之發育頗旺，暫時能將此裂口填滿；同時爲永久計，則有栓皮之產生，以保護內部組織焉。

栓皮 Cork 組織者，一組死細胞而無氣道之組織也。此種細胞特點，在有栓質 Suberin。栓質乃一種臘質，最宜於防止水分蒸發及菌類之侵蝕。栓皮產生於栓皮形成層 Phellogen。栓皮形成層，即表皮下之細胞既失細胞分裂機能，而今又恢復者，故有再度生長層 Secondary meristem 之稱。

栓皮形成層既成，遂向外分生數層栓皮細胞，是爲栓皮組織。此栓皮組織細胞，後即栓質化，而喪其生機，終至於脫落。產生此栓皮組織之栓皮形成層，久亦失生機；於是第二第三栓皮形成層，遂次第由內部發生。是故栓皮雖時時脫落，而莖之內部，則永久有保護之器官也。

樹木之年老者，其早年之厚皮及韌皮部亦失其生機，與栓皮層共稱曰樹皮 Bark。

(H) 皮孔

樹皮乃死細胞組織，爲質又厚，若無特殊器官以貫通內外，則空氣交換，將極感不便；而幼嫩莖上之氣孔，復不適用，於是乃有皮孔 Lenticel 之產生。

皮孔者，乃莖上之氣孔。當栓皮形成層產生栓皮之際，特於氣孔下不產生栓皮細胞，而生有氣道之圓形細胞，使成皮孔。因此皮孔可代氣孔而爲莖之呼吸器官。以其組織無定形，遂能隨莖而時時生長。皮孔且能於冬季閉塞，次年春暖再由第二第三之栓皮形成層而產生焉。

普通植物之莖上，多具皮孔，而以白楊爲尤著。然

亦有無之者，如葡萄。皮孔常集於節下，於橫枝則每集於陰面，所以防泥沙之填塞也。

(I) 莖之療傷

植物之能自愈其傷，乃有生機物之特性，今欲討論者，爲療傷之法。有樹一株，切去其一枝；則形成層之繞此枝而生者，必先以一種療傷汁 Callus 掩過此傷，然後於其外產生栓皮形成層，而產栓皮；於療傷汁內，則產生形成層，以產再生韌皮部及再生木質部。於是其組織與普通之莖，完全相似矣。久之，枝之被切處平復如初。

切枝之法，務必齊莖切去，以便療傷汁之即時得以掩過傷處，否則因傷口之腐壞，影響及於內部組織矣。

果園樹木，常以欲得多量佳果，而阻止葉所產生之食物下降；每於莖上切去樹皮之一節，以毀去其韌皮部，斷食物下降之路。然所切不得太寬，寬則上下之形成層永無相連之日，下部必至於死去。若所切合宜；則形成層以療傷之法，終必掩過其傷；此乃利用植物能自愈其傷之特性，而達吾人生利主義也。

(J) 接枝及接芽

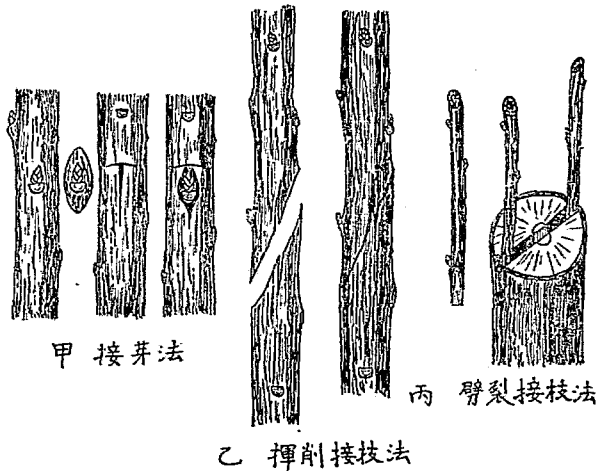
植物形成層既爲植物之生長層，若將兩株植物接其生長層在一處，則兩株必能相連而生，以成一體。接枝接芽者，即利用此理，法雖單簡，用途頗廣，今略述如下。

接枝法 Grafting。接枝法，乃將一種植物之枝，接於另一植物之上之謂也。其法分揮削 Whip 及劈裂 Cleft 二種：揮削接枝法，即將兩種植物之擬接合處，以利刃削平之，使成斜面；然後於斜面之中央劈裂之，預備既妥，則將此二者密接之，使兩者之形成層能長在一處，如第三十二圖乙。劈裂接枝法者，先將一植物之莖切成平面，然後劈開此平面，再將欲接之枝削成楔形，而插入之，俾二者之形成層密接，如三十二圖丙，

接芽法 Budding。法先於一植物之莖上，切開其皮，成丁字形，然後以利刃將另一植物之芽切下，而置於剖開之植物莖上，使兩者形成層密接，如三十二圖甲。

無論用何種法，相接既畢，例須用繩緊縛，俾不移

動，然後用黃臘固封，方不致枯乾或被菌類之侵擾，而待二者之生長於一處焉。



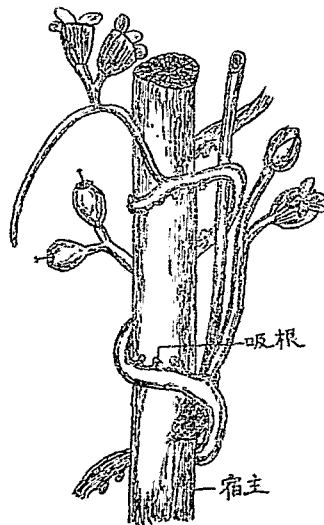
第三十二圖

接枝接芽之用途。 凡植物種之不佳者，如以同類植物之佳種接上，俟此佳種長大，乃漸除去其老枝則此植物即變為一佳種之植物矣。

(V) 特殊之莖

普通之莖，植物之支柱組織也，然莖之支柱機能，有時雖仍如昔，而其組織則有稍形變更者：如葡萄之枝，化而為卷鬚；地錦之枝，變成吸盤；其餘如牽牛花之枝，繞於隣物以支其體；藤蘿之附着於山坡之上。蓋機能雖仍為支柱，而所採之方式則稍異也。

其有越乎莖之通性，而發育成特殊之組織者；則如兔絲子 *Cuscuta* 因變為寄生植物，其莖遂成吸取之器官，如第三十三圖；他如蛇莓 *Fragaria* 之莖，其尖端



第三十三圖

一經接地，則產一新個體，而成爲繁殖器官；甘藷 *Ipomoea* 側莖成塊狀，而爲儲藏器官；仙人球 *Cereus* 其莖爲儲水器官，同時葉成針形，而莖有光力合成之機能；棗之枝變成利刺，以作保護器官。凡此種種，所在皆是，但略舉一二例，以明吾說而已。

第三章 葉之形體及其機能

植物之根莖葉，雖同爲營養組織，而其真能作食物以自給者，厥惟葉；根莖之設，特使葉有所托處，且得原料之供給耳。故葉者，植物營養之主要器官也。

I 葉之形態

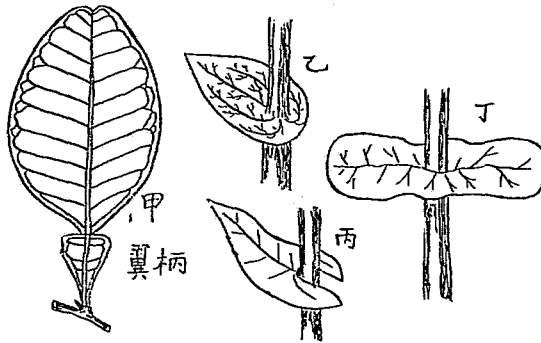
葉，綠色之扁平植物體；適合於光力合成，蒸發作用，及呼吸作用者也。其組織雖較根莖簡單，而排列形狀，則頗複雜，分述於下。

(A) 葉之各部

葉可分爲三部：其綠色之扁平體，吾人素所目爲葉者，曰葉身 *Lamina* or *blade*；其柄曰葉柄 *Petiole*；柄之基部，連於枝上者，曰葉基 *Vagina*，乃葉柄基部之

漲大體也。葉基爲莖間之緩衝器官，所以使葉有搖動之可能，而不喪其連於枝上之組織也。

葉基常具托葉 *Stipule* 或鞘 *Sheath*；如豆科植物，其葉之基部與莖之間，尙有光覺靈敏之葉褥 *Pulvinus* 一段，司向光之任。普通之葉柄，本爲原料及食物往返輸送之器官，然有時亦具特殊之組織，如第三十四圖



第三十四圖

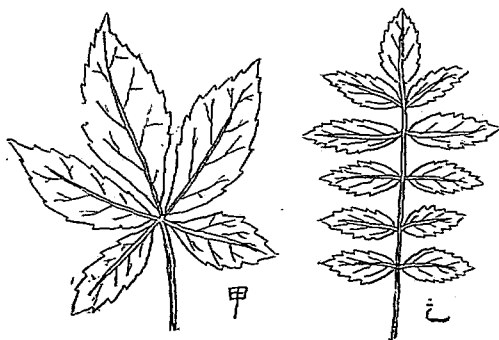
柚 *Citrus* 樹之葉，其葉柄之兩傍，有如葉身之突出體，曰翼柄 *Winged-petiole*

(B) 葉之形

葉形隨植物而各異，概括言之，分無柄葉 *Sessile* 及有柄葉 *Petiolate* or *Stalked* 兩種。無柄葉之常見者，如穿莖葉 *Perfoliate* 見三十四圖乙，耳形葉 *Auriculate* 如圖丙，並蒂葉 *Connate* 如圖丁。

有柄葉又分盾形葉 *Peltate* 及側柄葉 *Petioloae* 二種：盾形葉者，葉柄位於葉身之中央，如荷葉；側柄葉者，即普通之葉，葉柄常位於葉身之一旁。

單葉與複葉之研究。側柄葉其形衆多，勢難詳述，今之欲討論者，單葉與複葉之區別耳：單葉複葉雖同屬側柄葉，然組織有極不相似處。複葉之界說曰：複葉者，葉之主要葉脈間，缺少彼此相聯之膜；換言之，即葉之主要葉脈，各自成一小葉也。試觀第三十



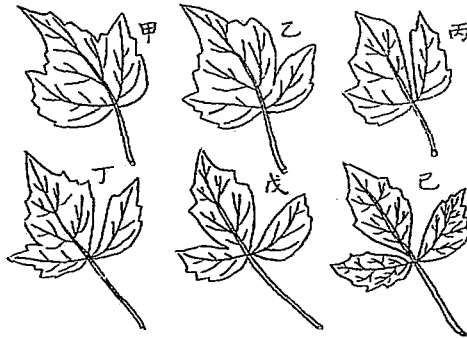
第三十五圖

五圖甲，掌狀複葉，其七枚之主要葉脈，各成一小葉

；三十五圖乙，羽狀複葉亦然。讀者或以此尙不足區別單複葉，今更擇其可供參考之點，述如下：

凡單葉之排列似羽狀複葉者，其枝之頂端有生長及出芽之可能；若爲複葉則決不能生長或生芽。又單葉每一葉片之葉基，均能產生幼芽；複葉則只能於其複葉之葉基產生幼芽，而不能生芽於其每片小葉之基部。再複葉於葉落時，全部凋落；單葉則僅落其葉片，而枝仍存。

單葉與複葉雖有上述之別，然複葉仍由單葉演成，則極明顯，試觀三十六圖爬牆虎 *Parthenocissus* 之葉



第三十六圖

，一端爲顯著之三瓣單葉，一端則闡然具三小葉之複

葉也，兩極之中，則可睹其遷變之程序。此外類似之例極多，理則一也。

(C) 葉之大小

葉之大者如芭蕉 *Musa* 之葉，長可七八尺；如茨實 *Euryale* 之葉，直徑有至六七尺者。此蓋因生長於溫濕地或水面，無蒸發過盛之慮。至若高山之松柏，或具鱗狀之葉，或具針形之葉，以其高居山上，風乾氣燥，不如此無以自存也。其他普通植物之葉，或大或小，則視其環境為轉移；水分蒸發量小，供給量大，則葉必大，反是則小，此淺易之理也。

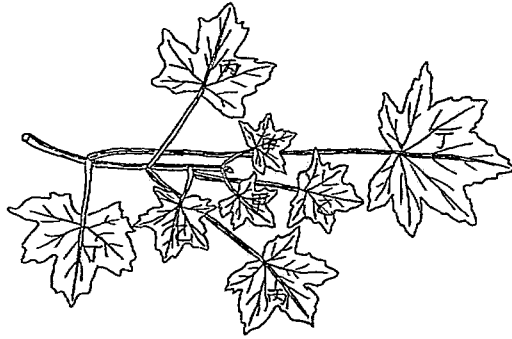
(D) 葉之位置

葉生於枝幹之上，或與地平行，或於地成斜角，或與地成直角，或成葉叢 *Leaf-mosaic*，要皆以能得陽光而彼此不相擾為職志。

荷花 *Nelumbo*，望日蓮 *Nasturtium*，茨實，荇菜 *Limnanthemum*，其葉或高舉於空中，或浮於水面，位置皆與地平行，蓋此種植物一株之上，葉數零零，多則十餘，少者一二枚，即平鋪於地，彼此亦不相擾，

且此類葉數少而富於空間，故常爲圓形。

其與地成斜角者，如一般樹木之葉，其葉多至不可數，此無量數之葉，斜掛於四方，使均得相當之陽光及空氣。此類樹木，因葉衆多而欲求彼此不相擾，每將葉柄延長，或變其葉之方位，如第三十七圖槭樹 *Acer* 之葉。



第三十七圖

其與地成直角者，如蒲草 *Typha*，鳶尾 *Iris* 之葉，因乏枝幹之支柱，而葉又多，遂直立。其他如爬牆虎，葉繁多而無大枝幹者，每於大葉之下又生小葉，參

差而列，遂成葉叢。

就葉之位置而言，則陽光似極可貴，實則空曠之地，陽光之供給無窮，其限制光力合成之速率者，乃為二氧化碳及溫度。然有不可忽視之點，則為陽光既透過一片葉，其力必大減，故葉之位於其他一葉下者，雖能作食物少許，而較受直射之日光者，則大見遜色，日光之經過二葉片者，其能助葉作光力合成作用之力，完全消失矣。是葉之力求彼此不相重疊也。

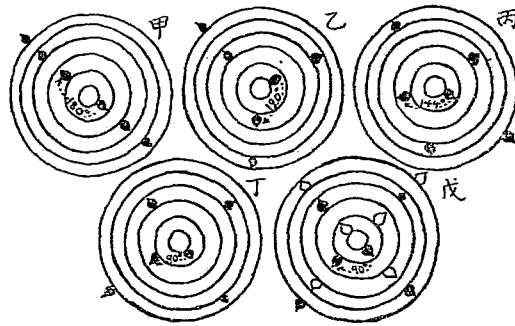
(E) 葉之排列

葉之排列，即所謂葉序 *Phyllotaxy*。普通一節只生一葉者，曰互生葉序；一節之上，有二葉相對而生者，曰對生葉序；一節上三葉或多葉如輪而生者，曰輪生葉序。

普通植物葉之排列不外乎此，然欲於葉之排列，有精確之研究，則有所謂葉序法 *Phyllotaxis*。葉序法者：精確分析莖上葉之排列也。葉序法中，有一重要名詞，曰葉角 *Angle of Divergence*，乃指上節之一葉與下節之一葉所離之角度而言，明乎此，可以道其詳矣。

今有植物一株，葉之排列如第三十八圖甲，即每節

之上有葉一枚，而其葉角爲一百八十度，蓋每節之一葉與其上或下之一葉相距爲一百八十度也，又以其每三百六十度中有二葉，故有二分之一之稱；若三十八圖乙者，則葉角爲一百二十度，蓋每節之一葉與其上或下之一葉相距爲百二十度也，又以其每三百六十度中有三葉，故又稱爲三分之一；以此類推，而有更複雜之葉序法。



第三十八圖

今限於篇幅勢難一一述之，特道其推算之法，以供參考。如上所討論者，一爲三分之一，一爲二分之一，兩者相加即爲五分之二，其葉序之較繁於三分之一

者，必爲五分之二，如圖丙，即每七百二十度中有五葉，其葉角自爲一百四十四度（五除七百二十）；其更較繁於此者，必爲八分之三，即三分之一加五分之二；更進而爲十三分之五，即五分之二加八分之三也。……

其與上述稍異者，則有四分之一，即每三百六十度中有四葉，如圖丁，葉角自爲九十度。屬於比類而較繁於四分之一者，爲五分之一，繁於五分之一，則有九分之二（四分之一加五分之一），更進而爲十四分之三，二十三分之五，……其推算之法完全同上。

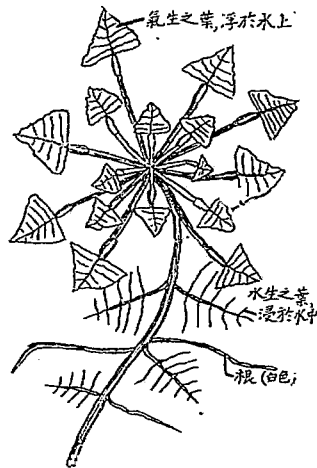
上述兩類均屬互生葉序之葉序法，其屬於對生或輪生葉序者，算法大致相同，惟其葉角係指一節中之一葉，與其上或下節中之一葉而言，如三十八圖戊其葉角爲九十度，或稱四分之一，就字面與圖丁完全相同，實則有對生互生之別也。

總上各類而言，凡一株植物，由其頂往下觀之，又可稱爲二列，如三十八圖甲；三列，如圖乙；四列，如圖丁；五列，如圖丙。等等……

(F) 水生葉與氣生葉之比較

葉之組織及形態，每因環境之不同而異者，如水生之葉，因水中光線弱，故其質極薄，或成絲狀，以便弱光之透射，且多氣道以自浮其體。

氣生植物，光既強而又有充分空氣之供給，其葉頗厚，而少氣道。此乃就植物之全部生於水或生於氣中而言。若其一部浸於水，一部生於氣中者，水中具水生植物之葉，氣中者具氣生植物之葉，如第三十九圖



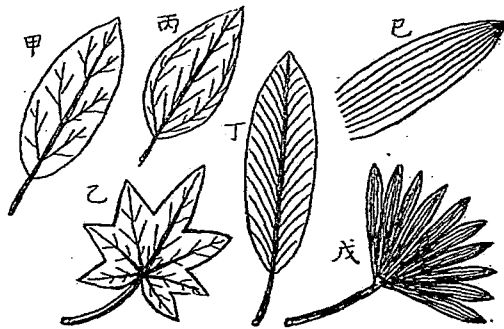
第三十九圖

菱角 *Trapa* 之葉。由是知葉之形狀組織，受環境之支配至大且深，雖同生於一株，其變換乃如此也。他如上節討論之葉之大小，位置，排列，亦何常不因環境之關係而定其異同耶？

(G) 脈序 Venation

葉脈 Vein 爲葉中之特殊組織，一葉之中，其葉脈之分布，每隨種類而各異。普通葉脈分網狀葉脈及平行葉脈二種。網狀葉脈者，其大小之脈迴成網紋；平行葉脈，則脈皆彼此平行也。

網狀葉脈 Reticulate venation。網狀葉脈中，又因其中肋 Midrib 有一枚或數枚之分，遂有單肋 Unicostate



第四十圖

網狀葉，如第四十圖甲榆樹之葉；及兩種複肋 Multicostate 網狀葉。複肋網狀葉，以其數枚中肋排列之不同，而分掌狀 Divergent 複肋網狀葉，及射出 Convergent 複肋網狀葉，前者如四十圖乙蓖麻子 Ricinus 之葉，後者如圖丙棗 Ziziphus 葉。

平行葉脈 Parallel Venation。 平行葉脈，亦因中肋之多寡，分單肋平行葉及複肋平行葉。單肋者有中脈一枚，支脈若干分布於兩傍，如四十圖丁芭蕉之葉；複肋平行葉脈亦如複肋網狀葉脈，有掌狀及射出之分，掌狀平行葉脈者，如圖戊棕樹之葉；射出平行葉脈者，如圖己普通之草葉。

平行葉脈與網狀葉脈之比較。 平行葉脈，因其脈皆能由出發點達於葉緣，而網狀葉脈則以脈成網形每迂迴由出發點而返於出發點，故平行葉脈水分與食物傳達較速。

且平行脈當葉脈一部中斷時，其隣脈每能代行職務；而網狀脈則葉脈一部中斷，隣脈勢難為力，故論者以平行葉脈為更適於生存也。普通單子葉植物，多為平行脈，雙子葉植物多為網狀脈。單子葉植物因葉脈平行，及其他特殊之組織，每較雙子葉植物之組織為

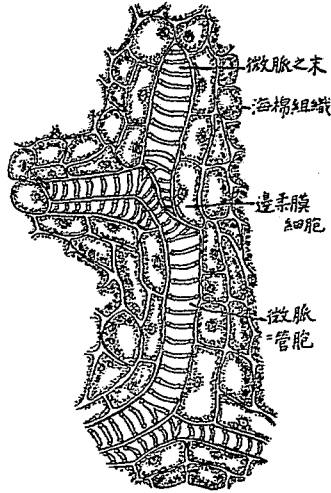
佳，故單子葉植物，稱爲更進化而更適於生存之植物也。

葉脈與葉之關係。葉之特殊組織，如柵狀組織及海棉組織，均屬柔膜細胞，其支柱之任則賴葉脈焉。脈之大者，曰中肋，其由中肋分出之大脈若干，即成上述之脈序。至若由大脈所出之小脈，微脈，則非藉顯微鏡之力，莫能細辨也。

大凡中肋 Midrib 一枚，產大脈 Large vein 若干。此大脈然後分成數小脈 Vein，每一小脈再分數微脈 Veinlet，微脈之末 Free-end of-veinlet，則由邊柔膜細胞 Border Parenchyma cell 而通於葉之海棉層 Spongy cell，如第四十一圖。故中肋與海棉組織，實間接相通也。

更進而言之，一葉之海棉組織，由中肋經過莖之維管束系，可達他葉之海棉組織，故葉脈者，實所以貫通葉之各部也。

水生植物無水分缺乏之虞，且不須支柱組織，故無明顯之葉脈；乾生植物，則因保護組織極厚，葉脈深藏於葉中，故脈亦不顯；外此之植物，則均具顯著之葉脈也。



第四十一圖

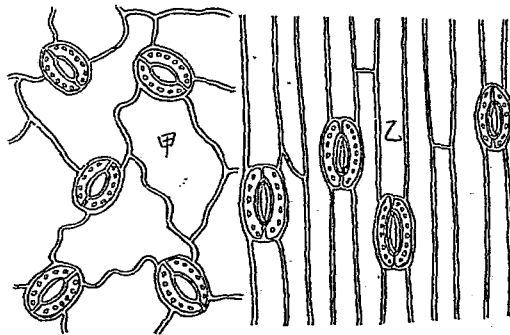
II 葉之組織

葉為植物營養主要器官，其組織自應有相當切實之研究。試觀植物之一葉，呈露於日光空氣中，上面受日光直射，下面則處於陰處，處境不同，其上下面之組織形態亦必因之而異，茲因講述之便，先述葉之表皮。

(A) 葉之表皮

葉之最外一層細胞，曰表皮，其任務為保護葉之內部組織，防止蒸發過盛及菌類侵蝕；然同時須使日光空氣能自由透入，以完成其光力合成，呼吸，蒸發等作用。

葉表皮細胞之組織。表皮之任務既明，更當研究其細胞之組織。表皮細胞，在單子葉植物中，形長，如四十二圖乙；在雙子葉植物中，形頗不規則，如圖

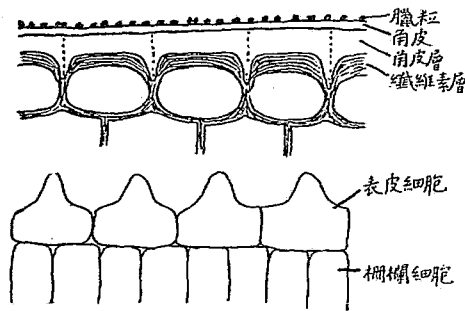


第四十二圖

甲。無論形態若何，其細胞中均無葉綠體，而有較厚

之細胞膜，蓋其任務為保護內部之組織，及蒸發過盛，而不作光力合成者也。

此類細胞當幼小時，為纖維素所構成之薄膜細胞，及長漸成角皮化，或更於角皮上再加臘粒，惟此種特殊組織只限於該細胞外膜，側膜及內膜則永為薄膜，以便細胞彼此及與內部貫通之用，試觀第四十三圖龍



第四十三圖

舌蘭 *Agave* 表皮之切面，於其細胞外膜之纖維素層上，有角皮層，角皮層上，更有具臘粒之角皮，角皮與臘粒均為防止水分蒸發最良之物。植物生長於乾燥之地，畏水分蒸發過盛如龍舌蘭者，宜乎其有此種組織也。

植物之葉，每因防止蒸發過盛而有厚角皮、夾竹桃 *Nerium* 之葉，松葉，所以堅硬者，即因角皮過厚故。荷葉之表皮細胞，突出如乳狀，見第四十三圖，則為使葉面之不被水浸也。此皆表皮之適應其特殊環境，而生特殊之組織者也。

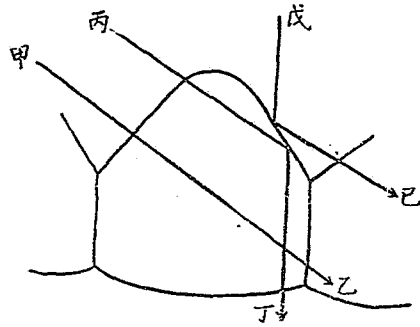
水生植物葉之表皮。水生植物，因無水分蒸發過盛之虞，且因水中光線頗弱，其葉上之表皮細胞，具薄外膜，且含葉綠體，非如此不能利用薄弱日光；而同時能作水分吸取之器官也。

細胞膜與其環境之關係。普通氣生植物之表皮細胞膜，較厚於水生植物；葉之陽面表皮細胞膜，較厚於陰面，此皆顯而易見者也。近來更有種麥於乏水之培養液中，其表皮之外膜每成角皮化，以補水分供給之不足，此植物求適存於新環境，而變更其組織之一例也。

更有可述者，則乾生植物，非特加厚其表皮細胞之細胞膜，且每一細胞之體亦較氣生植物之表皮細胞為小，所以然者，無非冀減少其水分蒸發之量耳。

表皮之形與光之透入。表皮細胞之切面，常下方而上圓，如第四十四圖。此特殊之形，蓋合於光之透

入，而易吸收由各方面射來之光也。試觀圖之甲乙者，斜射之光而直入者也，丙丁者，斜射之光而折入者也，戊己者，直射之光而折入者也；無論由何方射來之光，皆能利用表皮細胞之形，而轉入內部。



第四十四圖

(B) 葉之表皮上所附屬之組織

葉之表皮細胞，每因植物求更完美之適存，常將表皮細胞之組織有所增減，其最著者，如氣孔及毛細胞。

(1) 毛細胞

毛細胞之組織。毛細胞 *Trichome* 者，表皮細胞

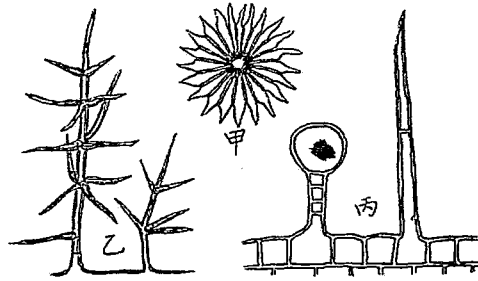
所演成之特種細胞也，中空，細胞膜頗厚，形形色色，式樣極繁多。

毛細胞之機能。幼小之葉，常具多數毛細胞以保護幼嫩之組織，葉漸長，則每多脫落，其不脫落者，常能輔表皮細胞而執行其任務。最顯著者，如多數之毛細胞，密列成林，其林中之空間又爲空氣所充滿，水分之由葉內蒸發而出者，遂多一層障礙，水分蒸發之量因之大減。據近日實驗所得，有毛細胞之葉，若去其毛，則水分之喪失，恆增百分之三十至五十云。

至若葉陰面之毛細胞，亦因密列及含氣故，每能保護葉上氣孔，不爲雨露閉塞。毛細胞既足以輔表皮細胞而減少水分蒸發之量，植物之生於水中者，自不需此；且植物之具多毛者，若植之水中，則毛細胞之全部竟失去，蓋毛細胞亦應時而生者也。

毛細胞之種類。毛細胞有爲一細胞所組成者，有爲多數細胞所組成者，普通植物，若其毛細胞顯著，一毛細胞每爲多數細胞所組成，如第四十五圖：母倫 *Verbascum* 之葉，葉上有絨毛一厚層，乃以其具多數之毛細胞，如圖乙。普通之洋繡球 *Pelargonium* 葉

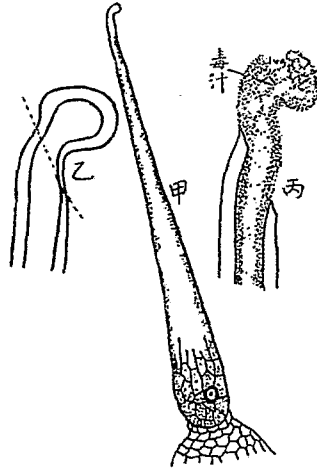
上，亦有多數之毛密生，形如圖丙。



第四十五圖

如胡頹子 *Eleagnus* 者，其葉色如銀，以其葉上有無數鱗狀之毛細胞，此種毛細胞，中爲一圓細胞，圍繞此圓細胞有多數之長細胞，排列如圖甲，彷彿一寶章焉。

更有特殊之毛細胞，細胞中具毒汁，故亦稱曰毒毛 *Stinging hair*。毒毛之組織如第四十六圖，此毛細胞之尖端成一小球，極易脫落，其基部則漲大而儲毒汁，若有動物行經其旁，尖端一觸即落，破處成一銳刺而刺入動物肌肉中，同時基部所儲毒汁遂順銳刺而射出。



第四十六圖

表皮上之儲水細胞。 葉之表皮細胞，於特種植物，每於其表皮細胞數枚儲多量之水，以支配葉之開合。凡此類葉於空氣潮濕之時，儲水細胞漲開，葉亦遂展，於空氣乾燥之時，儲水細胞收縮，葉亦因而卷收。

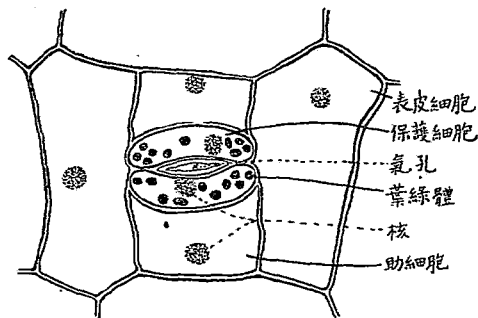
(2) 葉之氣孔

葉之表皮，其細胞外膜所以特別加厚及具各種之毛細胞者，無非防止水分蒸發過盛，蓋水分之蒸出，雖

爲植物不可少之作用，然蒸發過盛則反有傷，既如此必有相當之組織，一方便水分之能蒸出，一方又不使蒸發過盛，此組織者，氣孔 Stoma 是也。

再葉中所需氣體，如二氧化碳及氧，既不能由表皮細胞以出入，當然亦藉重氣孔；故氣孔者，實葉之內部與外界相貫通之孔道也。

氣孔之組織。氣孔乃二腎形細胞名保護細胞 Guard cell 者，所組成，如第四十七圖。換言之，氣孔乃



第四十七圖

兩個保護細胞中之一長縫。是以氣孔之啓閉，保護細胞實司之。保護細胞既負此特殊之重任，生機頗旺，

其細胞中有大核一粒，葉綠粒若干枚，混懸於濃厚之細胞液中，因其有葉綠粒，遂有澱粉粒之存在。

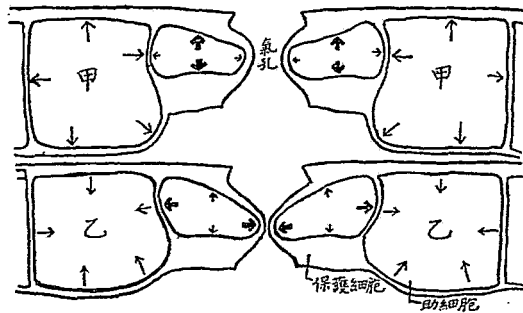
緊隣保護細胞之表皮細胞，於氣孔之啓閉亦有相當之功用，因名之曰助細胞 Subsidiary-cell，以示與普通之表皮細胞稍異，其組織固與普通之表皮細胞完全相同也，異者但地位耳。

保護細胞之耐性。氣孔之啓閉，保護細胞司之，故氣孔之機能，無寧爲保護細胞之機能。保護細胞除其生機旺盛之外，並具有抗高熱之力，且能繼續其生活至數星期之久於培養液中，更可證明其爲強有力之一種細胞也。

氣孔之啓閉。氣孔之組織既明，今述其機能：氣孔之任務爲限制空氣自由出入，其限制之法，則爲啓閉氣孔。苟日光強，天氣必乾燥，保護細胞及肋細胞因水分減少而失其漲力，氣孔遂閉，葉中之水分蒸發量自因之大減；日光弱，天氣潮濕，保護細胞及肋細胞中必充滿水分，氣孔因而開張，空氣既濕，氣孔雖大開，亦不受蒸發過盛之害，此乃就其生理而言。

言其動作，則觀第四十八圖甲之保護細胞，其內外

二膜較厚於二側膜，當水分充滿保護細胞之際，雖可向上下及兩側開展，然因兩側膜較弱，自徧於左右二側之伸張，然同時因其傍之助細胞向上下左右展開故，遂使保護細胞只能轉向上下開展，氣孔因之大啓。



第四十八圖

四十八圖乙，組織與甲同，當水分消失之際，保護細胞向上下收縮，同時因其傍之助細胞亦收縮，保護細胞遂能向上下收縮而無阻；換言之即二保護細胞均能曲其二側膜，使細胞成扁平形，氣孔遂閉。

上乃就落葉植物之葉而言，至若松柏類，其葉經冬不凋，然土壤冬季凍冰，水源斷絕，其氣孔常在冬日閉塞，次年凍解方開通，此亦適應環境之一策也。

氣孔之分配。一葉之上，陽面直接暴露於嚴日下；爲防止水分蒸發過盛計，故其表皮細胞具厚膜，無絲毫之隙；葉之陰面，不受日光之直射，則有氣孔若干棋布於上，以備水分出入與夫氣體之交換。然此乃就普通之葉言，如草葉具上捲性者，則氣孔每分佈於葉之陽面；水上浮生之葉以陰面爲水封閉，氣孔亦生於陽面，二者皆處特殊之情形，固以生長於陽面爲宜也。

至若直立之葉兩面無陰陽之分者，則氣孔之分布，兩面相若；水生植物既無水分蒸發過盛之虞，又無氣體之交換，故缺氣孔之設；子葉爲植物之臨時器官，氣孔隨處均有，無特別之分配。

氣孔之數，隨植物而異，普通之葉，每方糵由一百枚至三百枚，則一葉之上，約計有氣孔一千餘萬。

氣孔之排列。氣孔之排列，恒視葉之形狀而定，長形者表皮細胞每直列成行，氣孔亦直列，如四十二圖乙；圓葉植物，表皮細胞之排列橫直無定律者，氣孔之排列亦極不規則，見四十二圖甲。

葉之基部爲圓形，而其尖端爲細長形者，則基部之氣孔隨其表皮細胞之排列而不規則，尖端之氣孔，則

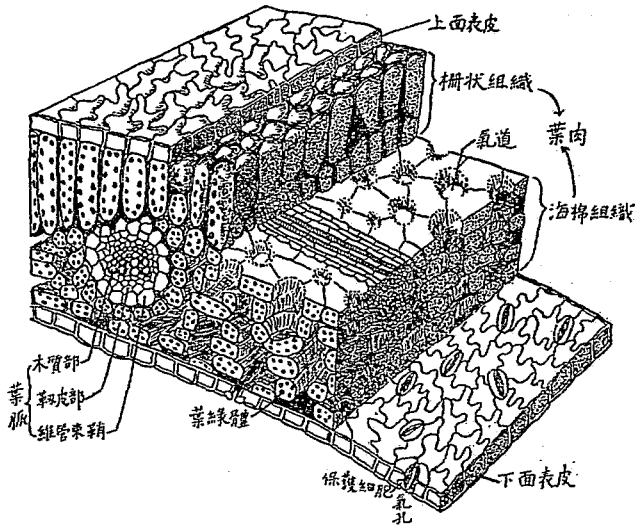
隨表皮細胞之直列而成直行，故氣孔之排列，恆視其表皮細胞之排列而為轉移。

普通單子葉植物多長葉，雙子葉植物多圓葉，論者每以氣孔之排列而定植物之分類，實則單子葉亦有圓葉，雙子葉或為長葉，氣孔既因葉形而定其排列，則氣孔之排列不足以代表分類也明矣。

氣孔之發育。當葉幼小時，氣孔之保護細胞與普通表皮細胞無異，葉漸長則漸分化而成保護細胞之形，此時兩個保護細胞與其他表皮細胞平列，及葉長成，則二保護細胞顯然具特殊之形矣。

(C) 葉中之組織

葉肉 Mesophyll 之組織。葉之表皮及其附屬組織，大略言之矣，今更論葉中之組織。試觀第四十九圖，則葉表皮內之細胞，除中肋及葉脈外，均含葉綠體，此綠色細胞統稱為葉肉。葉肉之上部，有一列或數列圓筒形細胞，排列如柵欄者，曰柵狀組織 Palisade layer，其下則為海棉組織 Spongy-layer，此層既形似海棉故有多數之空間，此空間常為空氣充滿，故有氣道 Lacunac 之稱。



第四十九圖

以上兩種組織，非特形不同，組織及機能亦各異。柵狀組織細胞位於葉之陽面，因能得多量日光，宜於光力合成，遂具多數之葉綠體；海棉組織因處於陰面，葉綠體之量只有柵狀組織五分之一。

海棉組織雖短於光力合成，然以其多氣道，富於氣體之供給，柵狀組織之所需，即取給於此。

柵狀及海棉組織之細胞，均爲薄膜細胞，蓋便於陽光及原料之透入，以完成其特殊工作焉；支柱之任，則屬之中肋及脈。

中肋及脈。中肋者，葉之主要支柱及運輸組織也。其組織與莖大致相似，惟較單簡，普通較小之葉，中肋雖亦有韌皮及木質兩部，但各部組織均極簡單：韌皮部位於葉之陰面，有篩管及伴細胞若干枚；木質部位於韌皮部之上，有網紋管胞若干枚：兩部相疊成三角形。

葉之大而需多量運輸組織者，則其木質部與韌皮部每成一半圓形，葉之大小介乎上者，則量其所須而增減其組織。中肋上下有硬膜細胞各一束，則純爲支柱組織矣。

大脈之組織，與中肋相彷彿，惟缺硬膜組織。以下之脈，微脈，微脈之末，則僅有網紋導管，其他之組織缺如也。

今以海棉層爲起點，由邊柔膜細胞達於微脈之末，然後經微脈，脈，大脈，而至中肋。中肋之木質部連於莖之木質部，而得其水分養料之供給，韌皮部通於莖之韌皮部，而將葉中所作食物輸於莖中，於是中肋

之任務，運輸支柱兩者可同時並行焉。

(D) 葉之組織與其環境之關係

葉爲植物之最外部組織，其與外界之關係自較根莖爲密切，所受影響亦至巨，今就其處境之不同，而作如下之討論。

氣生植物 *Mesophytes* 之葉。普通植物即屬之氣生植物，其葉之組織與上所述大致相若，然有因特殊之地位而異其組織者，如直立之葉，葉肉無柵狀海綿之分，而爲含葉綠體之柔膜細胞一片，蓋其兩面所受陽光均屬斜射者也。

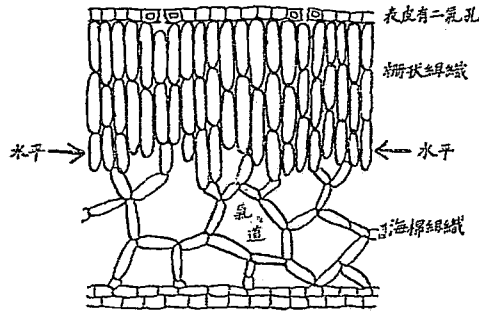
與直立葉相類似者，爲陰處生長植物之葉，葉雖與地平行，而永久不受直射日光，故組織之變異亦同於直立葉。

水生植物 *Hydrophytes* 之葉。葉肉之組織亦彷彿於陰處生長植物，葉肉中之細胞少葉綠體，氣道極顯明；蓋水中光力弱，葉綠粒多集於表皮細胞中，以便利用此微弱之光。氣道中儲多量空氣，以備呼吸及光力合成用，且同時賴以自浮其體也。

水生植物之生於急流中者，則每失其氣道之組織。

蓋急流中空氣無不潔之虞，而同時需強有力之組織，以免沖折也。

葉之浮於水面者，如五十圖睡蓮之葉，其陽面居於水平線上者，組織與普通之葉大致相若。陰面之居於水平線下者，則有極明顯之氣道焉。



第五十圖

乾生植物 Xerophytes 之葉。乾生植物陽光之供給量大，水分之蒸發多，故葉之柵狀組織極形發達，有至三四層者，如夾竹桃 Nerium 之葉。而其海绵組織則乏氣道，且變為儲水之組織，以其需氣不若需水之急也。

III 葉之凋落及新葉發育之狀況

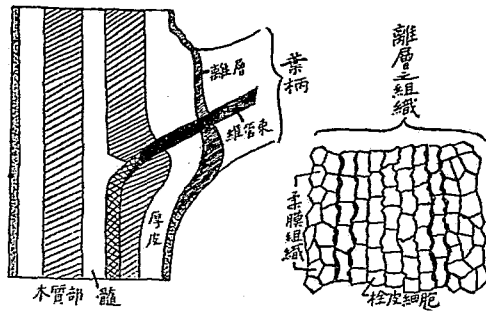
葉之形態及組織外，有一富有興趣之問題焉，則新葉之發育及老葉之凋落也。植物春日萌發綠葉，屆秋則漸凋落，吾人雖習見無奇，不知其一生一滅間，有無限之意義焉。

葉之凋落。葉至晚秋常自行凋落，其原因可分外因內因兩種：外因者，天氣漸寒，植物之生活狀況日遲緩，水分供給量亦日減，葉遂漸失生機，終於枯槁，此時也，秋風起而黃葉遍地矣；內因則為離層之發育。

離層 *Absciss-layer* 者，葉基與莖相連之處，所發生之一層特殊細胞也。蓋植物於葉落之先，似預知其葉將黃落也，為防葉落而莖暴露於外，遂有此特殊組織之發育；葉落而內部亦不受水分蒸發過盛，及菌類侵腐之害。

離層之組織，乃具濃厚細胞液之細胞數層，如第五十一圖者，其細胞中常儲多量之澱粉粒，細胞膜雖薄，而為角皮化，當葉之將落，離層之接於葉基者，每有數層化為液體，俾葉易於脫落，同時於痕口產栓皮層，以掩覆之，葉落則現吾人所見之葉痕 *Leaf scar*，如前第十七圖。痕中小點，成半圓形者，則為葉柄中

維管束之遺痕，故有維管束痕 Vascular-bundle-scar 之稱。



第五十一圖

落葉之利。土壤於冬季則凍結，此時植物水源斷絕，若不脫去其葉，則必因蒸發過盛喪及生機，故葉之脫去，實保全體之生命也；且葉落遍地，可增高其根部之溫度，以禦冬寒；葉腐亂於土，又能添加土壤之肥度。是一舉而數得也。

松柏植物，因其葉有特殊組織，又善緊閉其氣孔，是葉不脫，亦無大害也。

常綠植物與落葉植物之比較。普通植物之葉，秋

秒則盡凋落，松柏則不然。松柏之葉亦未嘗不凋謝也，惟其舊去新生，隨時皆有綠葉，不受氣候之影響，吾人以其葉之不同時盡脫去，故有常綠植物之稱，其與落葉植物各有短長，言其利弊如下。

落葉植物，冬季葉盡脫去，可免蒸發過盛；平時則有薄質之大片葉，以作多量食物；且新葉隨年而生，自必工作旺盛。其弊則每年須產新葉，精力不免多耗費，且天稍寒葉即脫落，一年中，工作時間，不過數月。

常綠植物。自無上述弊端，但其短處，則因葉之組織須能耐寒，故其葉雖在春夏，工作亦緩，且此種葉，因繼續工作至數年之久，自不若每年新生葉之強有力也。

新葉之產生。當秋深葉之將凋時，葉基部之上，每生有芽一枚，即葉芽也。是舊葉凋謝之際，正新葉發育時。

葉芽中葉之組織已大完備，初春凍解，芽鱗脫去，幼嫩之葉，遂於毛細胞保護之下發生。此種葉毛，俟葉漸長，多脫去，而葉之表皮遂執行其保護葉肉之任，是時也久經風雪之枝上，又綠葉滿枝矣！

IV 葉之機能

光力合成，呼吸及水分蒸發三作用，於植物根莖雖亦稍有之，然較之葉，則遠遜矣。故葉者，乃行此三種作用之主要器官也。

(A) 光力合成作用 Photosynthesis

光力合成者，綠色植物能利用陽光之力，將空氣中所吸取之二養化碳與由地中吸取之水分，製作碳水化合物 Carbohydrates 也。言雖簡，然欲深究其製作之步驟，則非今日所能；蓋吾人於全部程序中，尙有不能瞭然者，今姑就已知者，分材料，葉綠體，陽光及製造與產物四者分述如下：

(1) 材料

光力合成作用，所需材料已如上述，水分來自地下，二氧化碳取於空中。根毛由土壤中吸取水分，而由根莖之導管達於葉中之葉肉，以備應用。此種水分，蓄於土壤爲量極巨，設非天旱非常，決不致於匱乏。

二氧化碳 CO_2 。空氣中，由燃燒腐敗及呼吸所產二氧化碳之量，與植物所吸取之量，大致相若；故其

量稱固定，約佔空氣全部百分之三。地文學者，考地質而知二氧化碳之量，時多時少，然此種變遷，動輒百萬年，固與吾人無大關係也。

二氧化碳在空氣中之量，既屬固定，葉中氣道間所含之空氣，其二氧化碳若較葉外為少，則葉外空氣中之二氧化碳，必利用氣體之散漫 Gases diffusion, 經氣孔而至葉中，使內外之成分相等為止。吾人知二氧化碳為光力合成作用必需之原料，則葉中含量必較空氣中含量少，常如是，則葉外空氣中之二氧化碳，源源經氣孔向葉中氣道而浸入，乃必然之勢也。

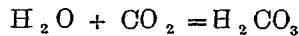
至若葉中氣道所蓄之二氧化碳，如何而至葉肉細胞中，則更須一番研究。

今有葉肉細胞一枚，細胞膜內充滿液體之細胞液，細胞膜外則有水分附着於其上，然則此細胞膜之內外均有液體也。若上所討論之氣道其空氣中所含之二氧化碳，與此細胞膜外附着之液體遇，則必溶解於其中，蓋水常能溶解多量之二氧化碳也。

此細胞膜外之液體中，既較膜內液體，溶解多量之二氧化碳，則必滲透而入於內，於是混懸於細胞液中之葉綠體，乃取之以完成其光力合成作用焉。

普通空氣中，日光與水分之供給恆有餘，惟二氧化碳之量常患不足，若增二氧化碳供給之量，光力合成之產物必隨之而增；然亦以增至百分之二十五為限，過此則供給量雖增，產物之量仍如故。

水分與二氧化碳之關係。大凡二氧化碳之由空氣中吸入者，先必溶解於附着細膜內外之液體中，此類溶解物或僅溶解，或進而與水作一不鞏固之化合物，如碳酸 H_2CO_3 者是。



其與光力合成之關係，當於製造之程序與產物中解釋之。

(2) 葉綠體

曾於章首稱葉為植物營養之最要器官，所以云者，以其能作食物也。特此製造之機能，則屬於葉綠體 Chloroplast。故葉綠體者，實使植物所以為植物也。

葉綠體之組織。葉綠體乃混懸於細胞液中具彈力性之扁圓體，而含葉綠素 Chlorophyll 者也。其組織可分為葉綠素及粒體 Stroma。今有葉綠體一枚，置諸酒精中，其粒中之葉綠素，被酒精溶解去後所殘留之海棉無色組織，即粒體也。故粒體實所以寓色素者，其

葉綠素多分布於粒體之表，愈近中心愈少，蓋欲利用較強之陽光，以增多其光力合成之產物也。

葉綠體中之葉綠素，雖云綠色，然細分析之，乃數種色素所合成：最顯著者，為葉綠素甲 Chlorophyll a, 及葉綠素乙 Chlorophyll b。甲為藍綠色；佔百分之七十二；乙為黃綠色，佔百分之二十八。甲多於乙，故葉色偏於深綠色。

葉綠素外尚有橘色素 Carotin 者，雖云為橘色，然有時因深淺之關係，或偏於黃，或偏於褐。每當晚秋，此橘色素與葉綠素乙，相配成各色之葉，千紅萬紫；亦如花之燦爛也。

葉綠體之移動。葉肉中每細胞之葉綠體，普通雖集於細胞之上部，以便得多量日光；然有時因日光太強而移於細胞之下部，以避傷損，其移動法乃藉細胞液之移動，非其本身能動轉也。

葉綠體之發育與光之關係。普通植物多為綠色，惟黑暗處所生之植物則發黃；蓋葉綠素於陽光之下始能發育，若植物不見陽光，當然亦無葉綠素也。

(3) 陽光

光者，乃由日直射來之一種隱力，葉綠體中之葉綠

素因能利用之，故有光力合成之稱。換言之，植物之產品乃光力所合成。是故光力合成作用者，葉綠素與光，不可缺一者也。

光與植物有最密切之關係，換言之，植物全體之構造無非爲利用日光而設，若無日光，則無所謂植物也。然光之研究其範圍極廣，今吾人只就其有關於光力合成者略談一二而已。

光之七色。光浪有長短之別，其浪之過長或過短者皆非肉眼所能見，其能見之光浪，因浪之長短，可分爲紅，橘，黃，綠，藍，深藍，紫七色。此七色之合體則爲白色。故普通白色之陽光，若以分光鏡 Spectroscope 別之，可分爲七色。

色之研究。七色中之某一色，若被反射，即成某色。譬如紅布一方，則因其獨反射紅色，而吸收其餘之各色，故呈紅色。葉之爲綠色者，則因其獨反射綠色，而吸收其他各色也。若七色同時被反射，則成白色；如七色同時被吸收，則爲黑色。

葉綠素與光之關係。葉之綠，既因其反射綠色而吸收其他各色，則七色中之綠色，自必不爲光力合成作用所需之色明矣。今更作進一步之研求，將葉綠素

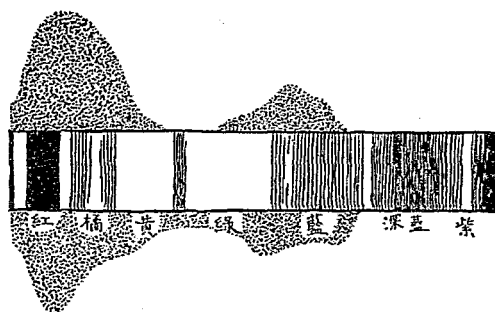
由分光鏡分析之，則知此七色中紅色之一半及藍，深藍，紫四色被吸收，其餘之色如橘，黃，綠，則被反射。

所謂吸收，即葉能利用之以作食物，而反射之色，則無用也。試作一簡單之試驗：以同類植物兩盆，一覆諸橘色玻璃鐘下，一覆諸藍色玻璃鐘下，二三日後，檢其澱粉粒之存在，藍光下者有澱粉，橘光下者無澱粉，則葉綠素只能利用光中一部以作食物，由此可證明。是以植物之需光乃需其所能利用之光也。

英古門之試驗 Engelmann's Experiment。吾人根據以上之討論，知植物僅能利用紅光之一半，及藍紫二光。其於定量日光之中，紅光之量雖較紫藍為少，然其效力則較大，蓋若以同量之紅光及同量之藍紫二光射於葉上，以作光力合成，其產物由紅光所得者七倍於藍紫之光，此試驗為德人英古門所創焉。

法以絲藻 *Filamentons Algae* 一條，置分光鏡下，使細菌生其傍，如第五十二圖，觀其集於紅光下者多，集於藍紫光者少，即知紅光之工作多也；蓋用於此試驗之菌，須氧氣，其集於紅光者多，必其處有多量之氧氣也，氧氣者，植物工作之副產物，可以代表其工

作之多寡者也。



第五十二圖

葉能利用日光之量。普通較薄之葉，能吸收陽光由百分之四十至七十；陰處生長之植物則能吸收陽光至百分之九十。然此被吸收之光僅有百分之二十至三十能至葉綠素。其能被葉綠素利用以作光力合成者，則不過千分之三至千分之五而已，其間喪失之大，實出乎意料也。

普通機器，能利用其原動力所發之隱力百分之十五，而葉則只能利用其原動力所發之隱力千分之三，二者相較，葉乃一極不經濟之機器也。雖然，普通

機器所得之隱力，需極大之代價，而葉則取隱力於日光，日光者，無限量而無代價之原動力也。

葉能利用其原動力之量，至為低微，雖為中途喪失所使然，而空氣中二氧化碳供給之不足，亦為最大之原因焉。

由光所發之熱與光力合成之關係。葉受日光照射之時，其內部溫度較葉外空氣之溫度高十度至十五度，此高溫常能增加光力合成作用之速度及產物，其餘之高溫，則使葉中水分蒸發以去，即所謂葉之蒸發作用也。

光之源。光之源，自為日光。月雖亦能供給少許之光，然為量極微，雖為滿月，亦不過日光六十萬分之一。人工所發之光，如電燈，油燈等類，雖亦能使植物工作，然所費不資矣。

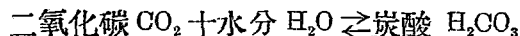
(4) 製造之程序與產物

光力合成作用所需之日光，水分，二氧化碳，及葉綠體，皆詳言之矣，今論其產物與造製之程序。

光力合成之最初產物為何？吾人尚不得知，昔人以澱粉粒為光力合成之最初產物者，以澱粉粒易於鑑定也，今就吾人之所知，則澱粉粒乃為他種化合物所轉

成，證諸植物之只作脂肪，而不作澱粉粒者，更可明澱粉粒非凡植物均能作也。

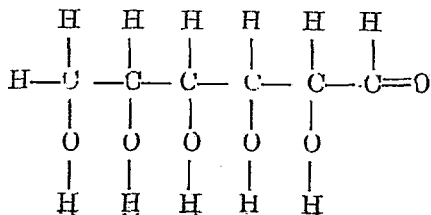
澱粉粒之作成。澱粉粒既為一般植物之產物，其作成自大可供吾人之研究，前曾言



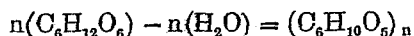
設此炭酸不寫作 H_2CO_3 ，而作 $\text{OH}\cdot\text{COOH}$ ，當葉綠素在日光之下，能去其氧氣之一，即成蟻酸 $\text{H}\cdot\text{COOH}$ ，若再由蟻酸中取去一氧，則成為最簡單之炭水化物甲醛 $\text{H}\cdot\text{COH}$ 矣，如此則兩次放出之二氧，即平時所稱之氧氣 O_2 也。吾人所謂葉綠素當光力合成之際，出氧氣者，即指此。

雖然，甲醛 $\text{H}\cdot\text{COH}$ 者，乃一烈性物，其二萬分之一溶液，每能發生反應，是以植物之能產之者，隨成隨即變為他種化合物，此化合物，即糖是也。

糖為 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，而甲醛為 CH_2O ，故由甲醛變為糖，乃將六枚之甲醛，變為一粒之糖而已，換言之，即 $6 \times \text{CH}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。以化學常列表之如下。



此類糖若干枚，每枚若去其水之一粒，即成澱粉 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。



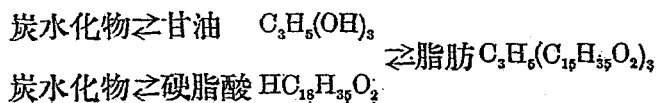
若干枚糖 減若干枚水 = 澱粉一粒

此若干之數究爲幾何，至今未知，姑以 n 代表之。

澱粉粒之移出。葉在日光之下，每能作多量之澱粉粒。然本身需用之量頗微，其餘之產物多由葉移儲於莖根之中；然澱粉粒乃一固體，決不能通過細胞膜，故當澱粉粒移出細胞時，每先變爲糖，運達目的地，則再由糖還成澱粉粒，以備儲存。

脂肪之作成。脂肪之製造，與炭水化物有密切之關係，此炭水化物，即指糖與澱粉粒也。其精確之程序，雖非吾人之所知；然就其大概程序而言，則炭水化物可變爲硬脂酸 $HC_{15}H_{35}O_2$ 或甘油 $C_3H_5(OH)_3$ ，而此二者每能變成脂肪 $C_3H_5(C_{15}H_{35}O_2)_3$ 。

當植物須炭水化物孔急之時，脂肪亦能變成硬脂酸或甘油，然後成炭水化物，是以炭水化物與脂肪可隨其所需而互易也，方程式如下：

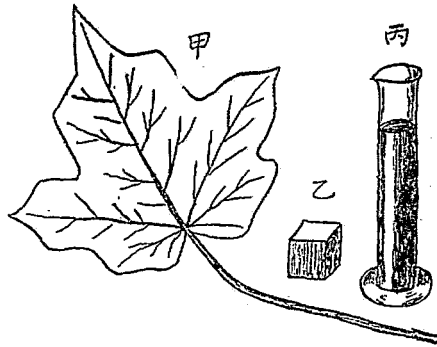


脂肪與澱粉因皆不溶解於水，而爲質又密，故植物之需儲藏產物者，每爲此二種。

蛋白質之作成。葉中不論光之有無，細胞液常能作蛋白質。其製作之程序，雖非吾人所能問，然普通則稱炭水化物變成氮氫基酸 Amino acid 後，與地中吸取之氮 N. 硫 S. 及磷 P 化合，而成各式之蛋白質，是以蛋白質者，極複雜之組織也。

蛋白質乃植物最高之產物，原形質即蛋白質之一種也。就上所論，則無論蛋白脂肪，其作成皆始於炭水化物。而炭水化物者，光力合成之產物也。是以光力合成，實其他各部之基本產物焉。

生產量之研究。普通之葉，如有多量日光及材料之供給，每一方呎於一小時內，可作炭水化物一克。在此速率下，每一方呎之葉，在夏季烈日之下，二月間能產一人一日所需之食料。按比例言之，則葉之大小如第五十三圖甲者，一季之中，能產糖一方，如圖乙之大小焉。



第五十三圖

(B) 呼吸作用 [Respiration]

動物之有呼吸，世人莫不知之，而植物之有呼吸，每爲人所忽視，甚且以植物無呼吸也；雖然，植物無呼吸之說，亦非無因，蓋當植物光力合成作用正盛之際，其所呼出之二氧化碳，每不及放出葉外，即被葉肉中細胞吸去，以作光力合成之材料，普通既以出二氧化碳爲呼吸之左證，然則目之爲無呼吸亦常情也。

然而若置植物一盆於無光之處，使其光力合成作用完全停止，則其能出多量之二氧化碳有如動物。於是

知植物無呼吸之說，乃爲光力合成作用所隱沒也。

植物之呼吸器官。植物之呼吸，乃行於氣道之間，並無特殊之呼吸器官，較之動物之有呼吸系者，自屬單簡，然其程序及效果則完全相同。所謂呼吸者，卽吸氧氣而產二氧化碳以呼出之也。

呼吸作用與燃燒之比較。普通以呼吸喻燃燒，蓋二者均吸氧氣而出二氧化碳也，但燃燒每在高溫之下行之；而呼吸作用並不需若何高溫。是故呼吸者，生理之燃燒，非物理之燃燒也。

呼吸作用與光力合成之比較。前於討論光力合成之際，言光力合成，乃葉綠體利用日光之力，將二氧化碳及水分合成碳水化合物。今所述之呼吸作用，即將此類之碳水化合物藉氧氣之力，分之爲水分，及二氧化碳。故此二作用者，一藉陽光以合之，一藉氧氣之力以分之。合者乃將日光之力儲於碳水化合物中；分者取其所蓄以作食料也。是以斯二作用者，實植物所以間接吸取日光之力，以生存也。進而言之，動物之得以生存，亦無非因植物之具有此特殊能力，能儲陽光之隱力於碳水化合物也。

蛋白質亦能於呼吸作用之下，分解之以成二氧化碳

及水分，不過同時更多一氮化合物。

植物之消費量。植物由光力合成所產之食物，被呼吸作用用去者，約佔四分之一。植物之生長於無光之處，而不能產生食物，其體重必減少，蓋由於呼吸作用將所儲之食物，及本身之組織，變作水分與二氧化碳，消散於空氣之中，其體自日輕也。

植物呼吸率與動物呼吸率之比較。植物之呼吸作用，吾人每以其不若動物之旺盛，實則以體重論，植物較動物殆過之無不及。

人之重七十五剋者，於二十四小時內產二氧化碳九百克，約占其體重百分之一·八；而粟樹則約佔體重百分之三，細菌可達體重百分之六云。

今若更以人之於二十四小時之內，每體重一百克須氧氣一克作比例，則麥花每體重一百克須氧氣四克，細菌竟可達二百克。由是觀之，植物呼吸作用，亦大可觀也。

呼吸作用之分類。普通呼吸，為無限制之呼吸 Aerobic-respiration。蓋其生長於空氣中，氧氣之供給源源不絕，其呼吸產物，為水分與二氧化碳。此外有所謂有限制之呼吸 Anaerobic respiration 者，因生長

於空氣不流通之地，其呼吸所產物，爲醇酒精 Ethyl-alcohol, 氫 H₂, 及少量之二氧化碳。

下等植物，生長於空氣流通之地者，若減其氧氣之供給，則作有限制呼吸，而產醇酒精等物。然呼吸愈澈底，其所取出之隱力亦愈多，故有限制之呼吸，每不能得多量之隱力，而生長率亦隨之大減。

(C) 發酵作用 Fermentation

呼吸因其空氣供給之多寡，而有無限制呼吸及有限制呼吸兩種，已如上述，所謂有限制呼吸者，即發酵也。發酵因其產物，或破壞之物各異，而有各種之發酵：如酒之發酵，乃由糖出酒也；乳酵者，乃由乳糖出乳酸也；醋酵者，乃由酒出醋酸也，此皆因其產物而得名者也。至若纖維素之發酵，則指纖維素破壞而言。

發酵與人生有至密切之關係焉，如酒與醋之發酵，乃釀造物之所由出，且爲各種麵類蒸食製作之所必須者也，茲述其重要者二三如下：

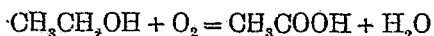
酒酵 Alcoholic fermentation。酒酵者，酵母菌 east 將糖變作酒與二氧化碳之謂也，其詳情當補述於下篇

酵母菌中。今所言者，則酵母菌於無限制呼吸時，能在糖汁中分生其體；於有限制呼吸則釀酵而產酒及二氧化碳，故論者以發酵為酵母菌於空氣缺乏之時，代替呼吸作用者。雖其不若呼吸之有效，固勝於無也。

更證之酵母菌當發酵之時，其所產之酒若至百分之十二，其發酵作用即漸漸遲緩，若酒之成分增至百分之十四，則發酵作用即完全停止。由是知發酵者，乃酵母菌適應其環境之一種特殊工作，且並非絕對有利於其本身者也。

乳酵 Lactic fermentation。乳酵者，細菌浸入乳糖中而出乳酸 Lactic acid = $C_3H_5O_3$ 也。普通牛乳之變酸，即由於此。然酸之量以至百分之八為限，過此則製作此酸之菌，亦如酵母菌之即時停止工作矣。

醋酵 Acetic fermentation。醋酵者，乃藉細菌發酵之力，將酒氧化之使成醋酸 Acetic acid = CH_3COOH 與水也。



普通製醋，即將木桶滿儲木屑，而使醋菌附着於其上，然後以淡酒由上徐徐下滴，則此下滴之酒，經木

屑上醋菌之氧化，而成醋集於桶底矣。

(D) 蒸發作用 Transpiration

植物之枝葉，將其所含之水分徐徐散出，曰蒸發作用。然此蒸發作用，與普通水之蒸發稍有不同。蓋普通水之蒸發，祇受空氣之支配。如空氣之乾濕溫度及氣壓之高低等。而植物之蒸發作用，則於上述者外，更受皮孔葉孔及細胞之支配，故普通水之蒸發，為物理之蒸發；而植物之蒸發，則屬於生理作用也。

何謂生理之蒸發。今有葉一片，其細胞中充滿原形液，此原形液為吸水膠質，有巨大之吸水量，如葉之內部水分供給十分充足，則吸水膠質已臻飽合狀態，此時若有額外之供給，必令其自由散去；若水分之供給量僅敷原形質之吸取，則無自由散去之可能。

普通植物水分之供給，頗少十分充足之時，其水分本不能散去，其散去也，乃受外界之壓迫，而強取諸於原形質者，故較之水分呈露於空氣之中，而只受空氣之支配者大有別也，此外水分散出於植物體外，更

須受葉孔及皮孔之限制。總此諸因，植物水分之散出，遂稱生理之蒸發焉。

蒸發於植物之害。昔者以植物之蒸發作用，能由地下吸取水分，間接可以吸取土壤中鹽類，然證諸熱帶之植物，因空氣十分潮濕，其蒸發作用往往完全停止，而其土壤鹽仍能上升，則蒸發作用與土壤鹽之上昇，判然無關也。

就吾人習見之事實觀之，則植物常因缺水而枯槁；換言之，即因蒸發過盛。然則蒸發作用，實有害於植物也。而植物之各部，每因需空氣故，各部均與空氣密接，是以蒸發雖與植物以不利，然不能避免之。

蒸發與植物之利。雖然，凡一機能，必其利與害相等，或利大於害，方得存立，是故蒸發作用，亦必有其利在焉。

前曾述葉肉之溫度，較外界稍高，由十度至十五度，所以不能再高者，賴有蒸發作用代為泄散也。是蒸發作用，實負有保持葉中合宜溫度之重任，否則葉將受烈日之直射而燒灼死矣。近來有人道及，伏天忽而傾盆大雨，移時而晴，此時葉上水滴未乾，葉孔仍然閉塞，忽而放晴，葉肉之溫度驟高，而無從發泄，遂

因之蒸死，更可證明蒸發作用，保持葉肉適宜溫度之說不誣也。

葉之蒸發與空氣之關係。蒸發之速率，每因空氣之乾濕，氣壓之高低及溫度之高低而不同。簡言之，空氣乾，氣壓低，溫度高，則蒸發旺盛，蓋三者均能使水分蒸發，反之則蒸發遲緩。

植物中水分蒸發之量。蒸發既為植物不可少之作用，故凡植物無分類別，均有水分若干蒸發而去，其量之已略知者，如白楊之有葉二十萬枚者，於烈日之下，每日蒸發出之水，竟達五百卮，向日葵之高六尺者，每日約蒸出水一卮，二者雖均為約計之數，然亦可想見一般矣。

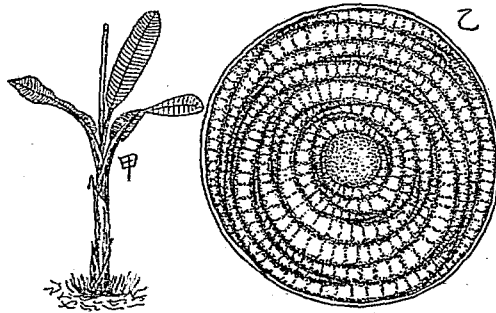
水分之喪失於蒸發作用者，百分之八十以上由葉孔出，其由莖出者，不過百分之十幾。所以者何？蓋葉孔具特殊之組織，能限制水分之出入，而莖僅有少數之皮孔，其效力亦不若葉孔之大，此亦吾人論蒸發作用，重在葉而不在莖也。

Ⅴ 特殊之葉

葉之本能，為光力合成呼吸及蒸發三作用，其有因

更求美滿適存之故，而變更其組織及任務者，稱為特殊之葉，以其雖異於普通之葉，而發源則始於葉也，分論如下：

葉之任務為支柱者。如美人蕉 *Canna*，其葉之基部互相卷疊，乍視之如有莖然，而作一橫斷面，如五十四圖乙，則並無莖之組織，其視若莖者，乃葉之基部所合成者也。

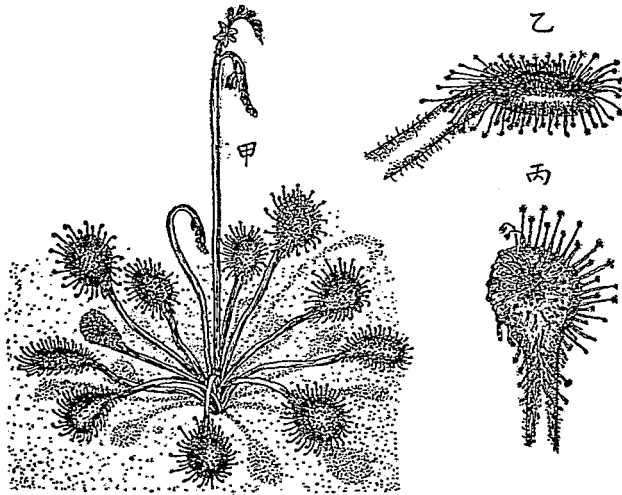


第五十四圖

又如鳳眼蘭 *Eichhornia*，其葉柄之基部漲大，以便其葉之能浮於水面，任務與上者相同，而形態稍差矣。

葉之任務為捕蟲者。此種葉每具變態之組織，常

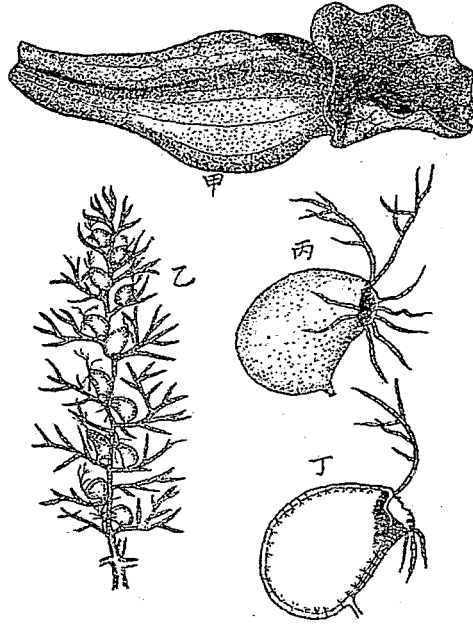
能捕蟲而食。其捕蟲之法，如日露草 *Drosera*，則於葉上生分泌黏液之毛細胞若干枚，如第五十五圖，有小蟲落其上，則此若干之毛細胞立時內卷，而小蟲被困於中，遂終爲其消化矣。



第五十五圖

如瓶葉草 *Sarracenia*，其葉合之成一瓶形，如第五十六圖甲，其口與內部均生多數之毛，毛皆內向，小蟲

誤入其中，不復能出，遂被消化。



第五十六圖

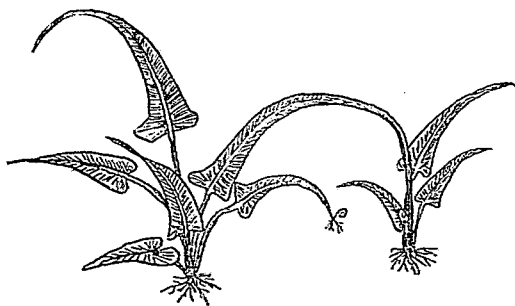
更有狸藻 *Utricularia* 者，爲華北常見之物，其莖上有豆狀之組織，與葉離生，如五十六圖乙，此豆狀組織放大之，則如圖丙，剖之中空如圖丁，此中空之組

織，乃由普通之葉所演成，有一口，口上具門一，門只能由外推進，不得推出，小蟲誤衝而入，即不可出，終被消化於其中。

捕蟲之葉尚有多種，以上但舉其二三以爲例耳，其最感興趣者，即植物乃具動物之性，於植物界別開生面，由此可見天地之大，無奇不有也！

葉之任務如花瓣者。花之瓣顏色鮮艷，所以招蜂引蝶而代其傳播花粉也，如一品紅 *Euphorbia* 者，花極小而有紅葉數枚繞花而生，遠望之彷彿紅花而托於綠葉之上，鮮艷可玩，此葉代任花職之一例也。

葉之任務爲繁殖者。屬於此類之最著者，莫如能行之鳳尾草 *Camptosorus*，其葉之端，一經接地，即生根而再出葉，如第五十七圖：其他葉中儲多量之食物如蔥頭者，亦能作繁殖之用。



第五十七圖

葉之任務爲保護者。如洋槐之托葉，變成刺狀以免動物之浸擾，此常見之可引爲例者也。

第四章 植物之全體

本篇前三章已分論根莖葉之組織及其機能，學者至今對於植物之各部當已瞭然。本章則將前者連而貫之，既足以資溫習，而同時又能於植物之全部，有一明確之概念焉。

I 表皮

根莖葉最外一層細胞名曰表皮，其組織與機能則因地位而稍異。

其於葉則表皮細胞之外膜特厚，又具多數氣孔，既可防止蒸發過盛，而同時於氣體之出入又通行無阻。

莖之表皮細胞與葉類似，惟氣孔之數較少。

根之表皮細胞其任務爲水分土壤鹽類之吸取，而非防止蒸發過盛之器官，故其細胞膜極薄，且具多數根毛，以作吸取之用。

是以同爲表皮而有厚薄之分，其附屬之器官，亦因需要之不同而組織各異。

II 厚皮

表皮內之組織曰厚皮，此名詞雖僅見於根莖，而葉亦有類似之組織，如葉肉。

葉肉爲柵狀組織及海棉組織之合體，以其位於表皮與葉脈間而又爲柔膜組織，故稱爲類似厚皮之組織。

至於莖中則有厚角組織，柔膜組織及內皮層，以爲支柱及儲藏之用，學者已耳熟之矣。惟莖與根之內皮層，名雖同而組織機能則各異。莖之內皮層爲可有可無之組織，不過普通之儲藏器官而已；根中之內皮層則爲一特殊之組織，具表皮之機能且善導水分，以直接流入於根之木質部。

III 維管束鞘

位於內皮層內，爲莖根特有之組織，莖中之維管束鞘爲柔膜組織及硬膜組織，作儲藏及支柱之用；根之維管束鞘，乃一層之柔膜細胞，側根即發源於此，故其生機旺盛，有如形成層。

IV 維管束系

葉中之中肋及脈，乃木質部及韌皮部所組成，自與根莖之維管束系相類似，然因無形成層故無再度組織之發生，此亦葉之大小所以永為固定，而根莖則可與年俱長者也。

莖中維管束系，自為植物維管束系之最完備者，分木質部，形成層及韌皮部。根與莖相類似，惟不及其繁。

V 髓與射髓

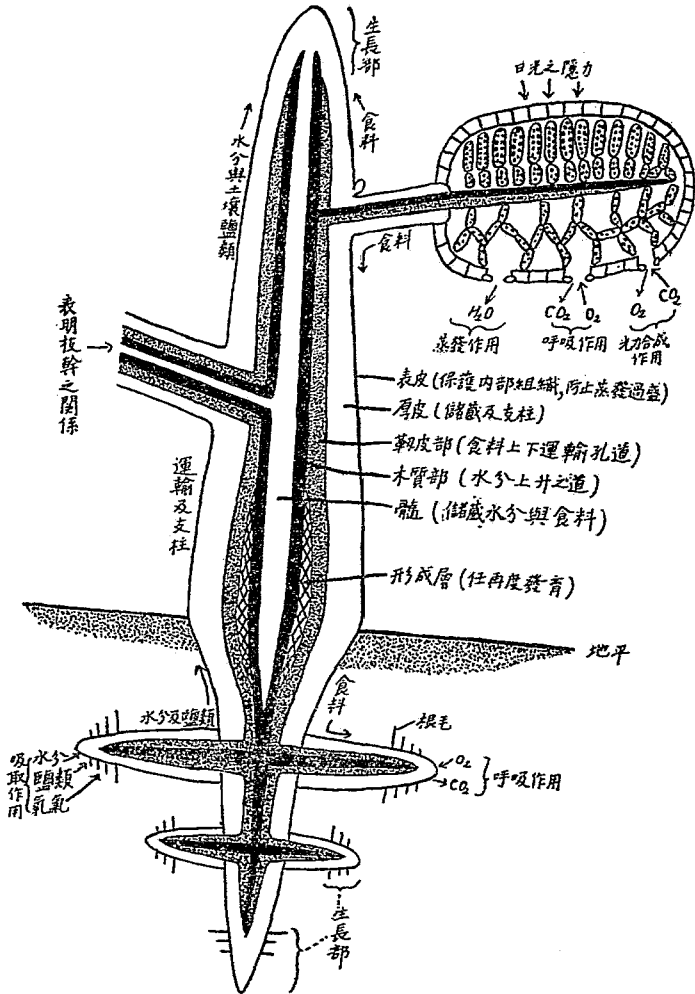
莖中髓佔面積頗廣，以其欲作中空之筒而完成其支柱之任也；根之髓則較小，因不必有中空組織。射髓則根莖皆有，以便連絡內外之組織。葉中無髓亦無射髓。

VI 結論

植物之最外層為表皮，作保護或吸取之用，其內為厚皮及維管束鞘，任支柱及儲藏之職，更內則為維管束系。

維管束系外部為韌皮部，任食料上下之輸送，內部為木質部任水分之向上輸送，中部為形成層，以產生再度組織。

此僅就吾人已論述之犖犖大者貫之，以明植物之內外上下均相通連，而維持其全體之生命，再閱第五十八圖更知植物之蓬蓬勃勃，乃一富有生機之生物也，決不宜與土石並論，是故久治斯學者，每覩青枝綠葉則欲與之道寒暄也。



第五十八圖

第五編 植物之自然分類

植物分類學之重要。植物之有命名者，已二三十萬種，若無精確之分類，將何由而治之？故植物之分類，實為研究植物基本之學也。分類既明，則舉凡世間之一草一木，均因其組織及繁殖之法，而知其應在植物界中居若何之地位，並與其他一切植物彼此之關係。

再凡一植物，各國有各國之名稱，一方有一方之名稱，人各是其是，則某方或某國所討論之植物，他人決不能知其所指者為何物也，今既定一學名，則見其名者，即均知所指為何，豈不便乎。

分類學之略歷。分類學既為研究植物基本之學，故其源始亦頗早，然舊說紛繁，殊乏科學之根據，迄至李羈 Charles Linné 氏(1707-1778)，始以植物雌雄蕊之數及其排列，定雙名命名法 Binomial-nomenclature，創近世植物分類法之先例。然植物之研究愈精確，其分類之法亦因之而少異，是近世之分類法雖祖於李氏，然與李氏所草創者則又迥乎不同矣。

近世分類法所本之理論，即凡世間之植物，均屬血

統相連。苟曾經存在之植物，至今均被發見，則世間之植物，或均能列於一類一屬一種；而今因絕跡者多，故常有植物血統上彼此本極近而外表則極不相似。故近世之植物學者，乃由植物之形態組織遺傳及化石各方面研究所得，以定其真正應處之地位，而產最近之植物分類法。

分類學之單位爲何？種 Species，即植物分類中之單位，何爲種？則尙須稍事解釋焉。試以常見之動物爲例，以明種之界說：譬有牛一頭，與牛配則生一小牛，而牛爲一種也；若以馬與驢配，則生騾，則馬與驢各屬一種也。如明此理，凡草木相配，所產生者，似其父母則爲同種，否則各爲一種矣。

分類法之大略。種之界說旣明，即以此爲單位而略言分類之法：其法即將數種類似之種合之隸於一屬 Genus (-多數 Genera)，若干屬隸之於一科 Family，若干科隸之於一區 Order，若干區隸之於一羣 Cohert，若干羣隸之於一類 Class，若干類隸之於一目 Section，若干目隸之於一綱 Subphylum，綱之上則逕稱之爲某種植物 Phylum。

今若有中國種薔薇，按分類法表列之，則如次：一

胚胎植物 Phylum—Embryophyta,

導管綱 Subphylum—Tracheata,

羽狀目 Section—Pteropsida,

被子類 Class—Angiospermae,

雙子葉次類 Subclass—Dicotyledoneae,

離瓣羣 Cohort—Archichlamydeae,

薔薇區 Order—Rosales,

薔薇科 Family—Rosaceae,

薔薇屬 Genus—Rosa,

中國種 Species—Chinensis,

普通討論某種植物之時，只提其種屬，此即所謂雙名命名法。至若其屬於某科，某區，某類，某目，某綱，不必筆之於書即應知之也。

本書所採用之分類法。 本書所採用之分類法，與普通植物學教科書所用者，略有不同，乃集各專家之分類冶之於一爐，使讀者雖屬初學，亦得窺分類學之真諦，茲將本書之分類表列如次：—

植物界 Plant Kingdom :

葉狀體植物 Phylum I...Thallophyta :

膠質菌綱 Subphylum I...Myxomycetes,

- 膠滴菌類 Class I...Acrasieae,
 寄生膠菌類 Class II...Phytophyxae,
 眞變形菌類 Class III...Myxogastreae,
 外子次類 Subclass I...Exosporeae,
 內子次類 Subclass II...Endosporeae,
 細菌綱 Subphylum II...Schizomycetes,
 眞細菌區 Ord. 1...Eubacteriales,
 微細菌區 Ord. 2...Actinomycetales,
 線狀細菌區 Ord. 3...Chlamydo-bacteriales,
 硫細菌區 Ord. 4...Thiobacteriales,
 黏液細菌區 Ord. 5...Myxobacteriales,
 螺旋細菌區 Ord. 6...Spirochaetales,
 眞藻綱 Subphylum III...Euphycetes,
 蟲菌藻類 Class I...Flagellatae,
 藍藻類 Class II...Myxophyceae,
 被膜蟲藻類 Class III...Peridinieae,
 矽藻類 Class IV...Bacillarieae,
 綠藻類 Class V...Chlorophyceae,
 二等纖毛次類 Subc. I...Isokontae,
 無纖毛次類 Subc. II...Akontae,

- 環生纖毛次類 Subc. III...Stephanokontae,
不等纖毛次類 Subc. IV...Heterokontae,
褐藻類 Class IV...Phaeophyceae,
紅藻類 Class V...Rhodophyceae,
真菌綱 Subphylum IV...Eumycetes,
菌藻目 Section I...Siphonmycetes,
原生菌類 Class I...Archimycetae,
卵菌類 Class II. Oomycetae,
接合菌類 Class III...Zygomycetae,
菌狀菌目 Section II...Mycomycetes,
八裂子菌類 Class IV...Ascomycetae,
硬殼菌次類 Subc. I...Plectomycetae,
盤狀菌次類 Subc. II...Discomycetae,
焦炭菌次類 Subc. III...Pyrenomycetae,
擔子菌類 Class V...Basidiomycetae,
原生擔子菌次類Subc.I..Protobasidiomycetae,
自生擔子菌次類Subc.II..Autobasidiomycetae,
不完全菌類 Class VI...Fungi-Imperfecti,
地衣綱 Subphylum V...Lichen,
輪藻綱 Subphylum VI...Chara;

胚胎植物 Phylum II...Embryophyta:

無導管綱 Subphylum I...Atracheata,

苔類 Class I...Hepaticae,

蘚類 Class II...Muscae

導管綱 Subphylum II...Tracheata,

石松目 Section I...Lycopsida,

羽狀目 Section II...Pteropsida.

無子類 Class I...Aspermae,

裸子類 Class II...Gymnospermae,

被子類 Class III...Angiospermae,

雙子葉次類 Subc. I...Dicotyledoneae,

離瓣羣 Cohert I...Archichlamydeae,

合瓣羣 Cohert II...Metachlamydeae,

單子葉次類 Subc. II...Monocotyledoneneo

按上述之分類法而言，則植物界可大別為葉狀體植物及胚胎植物。葉狀體植物之組織及繁殖法，均極單簡，且為胚胎植物所由出，自以先論之為合宜。

葉狀體植物之特點。欲論葉狀體植物，則應一言其特殊之點：葉狀體植物 Thallophyta，或為一細胞，或為多細胞，無根莖枝葉之分，不過若干類似之細

胞一羣，或一組而已。其繁殖法，或藉各種之孢子 Spore，或藉游走子 Gametes，或二者俱用，然無胚胎，此其所以異於胚胎植物，而自稱為葉狀體也。

葉狀體植物所屬之植物極繁，茲分作六綱，而詳述於六章之中。

第一章 膠質菌綱 Myxomycetes

I 膠質菌之組織及其繁殖法

膠質菌者，極纖美之一種小菌也，叢林中多有之，其持以為生者，乃腐敗之有機體，故腐木凋葉之上，恒有其跡。其生殖之狀，因生理上之不同，可分為二期，曰生長期 Vegetative—Stage，曰繁殖期 Reproductive—Stage，分述如下。

(A) 生長期

生長期極不明顯，其組織亦頗單簡，乃一片無細胞膜之原形液 Protoplasm，而具原形蟲運動 Amoeboid—Movement。膠質菌在此期中，名為原形體 Plasmodium。原形體若得充分食料之供給，每能展開至數英尺

，而有核若干，分布於中。膠質菌因於原形體時期，與原形蟲 *Amoeba* 極相似，故生物學者每以之爲動植物之交點，蓋其於此時期，實一明顯之動物也。

原形體行動之力亦頗強，雖途中稍遇阻礙，每能攀而過之，更奇者，若有膠質菌二種之原形體，同時生長於一處，則二者界限分明，各不相擾，即至結實亦並肩而立，不相參差。

原形體當天寒氣燥之際，則集成一塊，若氣候稍溫煖而潮濕，則此集合體又展開而成一片。當其集成一塊時，則有明確纖維素質之細胞膜，此膠質菌之所以終屬於植物也。

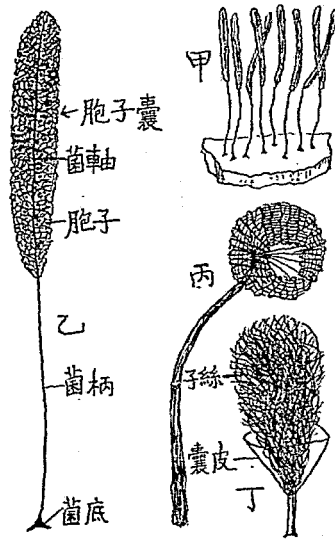
(B) 繁殖期

膠質菌之原形體，雖經數月甚至數年而仍爲原形體，然終必有繁殖期，於是乃由黑暗處而出現於光明之所。原形體既至光明處，先擇立足之地，然後產生孢子囊 *Sporangium* (多數 *Sporangia*) 一片，如第五十九圖甲，而於其中生孢子焉。

今有黑絲黏菌 *Stemonitis* 一株，如第五十九圖乙，其孢子囊下更有二部，曰菌柄 *Stipe*，曰菌底 *Hypo*

thallus。菌底組織簡單無可述者；菌柄則為中空之筒，含有色體或似孢子之物，其基部則混入於菌底。

菌柄有僅與囊相接者，又有上伸入囊中；而成菌軸 Columella 者。菌軸或為一單筒之圓柱，或演成一多枝之複雜組織，如第五十九圖丙。



第五十九圖

孢子囊為孢子產生之處，繁殖期中最重要之組織也

。其最外層曰囊皮 *Peridium*，孢子成熟之際，即行破裂，以便孢子散於空中。囊皮雖破，而仍保存者，則如第五十九圖丁。

孢子囊成熟之際，則滿貯一細胞之孢子若干枚，形圓色偏於黃褐二色。孢子散於空中，若得適宜之所，即突破孢子膜而成游走子 *Zoospore*。游走子每具纖毛 *Cilia*，能作靈活之運動，並可獨立營生，若得充分食料供給，則分裂而成若干之個體，集合之則又返乎生長期之原形體矣。

II 膠質菌之分類

植物之屬於此綱者，按其組織及習性之不同，可分為三類，曰膠滴菌類，寄生膠菌類，真變形菌類。略述如下：

膠滴菌類 *Acrasieae*。膠質菌之屬於此類者，多生於牛馬之糞上，其最特殊之點，游走子當集合而成原形體時，並不真相混合而成一體，不過羣集於一處，而個體之組織仍然保存，故其所成之原形體，與真變形菌大有別也。

寄生膠菌類 *Phytophyxae*。此類膠質菌每寄生於白

菜之根中，使根漲大。其侵入之法，即其孢子萌發所產之游走子，突入白菜根之表皮，而寄生於其厚皮中之柔膜細膜內，菜根患處漲大，彼亦隨之發育而成原形體，原形體成熟，則產多量之孢子。孢子於菜根腐亂之後，或即留於土壤中，或飛揚他去，而覓其再生之宿主焉。宿主 Host 者，寄生物所寄生之植物也。

此種菌類雖屬寄生，然爲害亦不烈，故其研究亦不過供學理之討論耳。

眞變形菌類 *Myxogastraeo* 膠質菌之大部均屬此類，其孢子之作成，無孢子囊以保護之者，屬於外子次類 *Exosporeae*；孢子產生於孢子囊中者，則屬內子次類 *Endosporeae*，本章所討論之膠質菌之組織，及其繁殖法，即指內子次類而言。

III 結論

膠質菌有原形蟲式之原形體，動物學者遂以之爲動物，植物學者則以其具纖維素質之細胞膜，且有孢子囊，遂以之爲植物，故有菌性動物 *Mycetozoa* 之稱。余則因其兼有動植物之特性，遂列之於篇首，以明動

植物之同出於一源也。

第二章 細菌綱 Schizomycetes

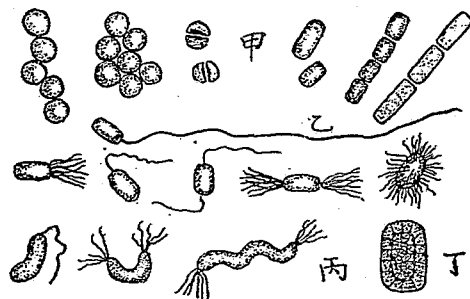
I 細菌之略說

細菌，乃單細胞之植物，其於吾人之利害甚大，故人極重視之。其體微小，大者不過三四十 μ ，小者只二三 μ ，以其微小若此，故如塵埃充乎天地間，附着於萬物之上。穢水之中每方呎有多至百餘萬枚者，泉水中則極少，計約數十枚，空氣中之細菌溫濕則較多，寒燥則較少，此春夏疫病較冬季為多也。

細菌之組織。細菌之形或圓 (Coccus—多數—Cocci) 如第六十圖甲，或長 (Bacillus—多數—Bacilli) 如圖乙，或螺旋形 (Spirillum—多數—Spirilla) 如圖丙。其生纖叻枝 Flagellum (多數 Flagella) 者，如霍亂菌，每小時能泳行十八呎，在細菌中雖為行動之最速者，然其速度亦不過如馬之急馳。

細菌之細胞膜非纖維素，有時為明角質 Chitin，普通則為角皮 Cuticle 上附膠質一層，故其抵抗外界襲擊之力極偉大。其細胞中無明確之核，乃染色體若干

枚散處於細胞液中，如第六十圖丁，故其細胞只可謂爲有似核之組織，而無真正之核也。



第六十圖

細菌之繁殖。 細菌之繁殖，乃藉細胞之分裂，其分裂之速，實有出人意料者：今有細胞一枚，每半小時能由一枚分裂爲二枚，再半小時二枚分裂爲四枚，按此速率分裂之，則二十四小時可得三十五立方英寸，此三十五立方英寸之細菌，仍分裂如前，則四十八小時可增至三十二立方英里，至七十二小時，其出品較地球之體積可大三萬三千倍。

雖然，此不過就其可能而言，蓋細菌之分生須有適

宜之溫度及食料之供給，世間食料之供給既有限，則細菌之發育自不能暢其所欲也。

孢子之作成。細菌亦能作孢子，其孢子之作成，乃將細胞中之原形液去水而成一較濃之組織，再於其外生較厚之孢子膜，此類孢子於適宜之環境下，或能吸收孢子之膜或破膜而出，以產生一新個體。孢子之產生雖不能為細菌繁殖之法，然與細菌之存在，則至有關係也。

II 細菌之工作

細菌之工作，或利於人，或害於人，然皆為自然界中不可少者，茲分有害及有利二種，述之如次：—

(A) 有害之細菌

病菌。人生之有疾病，多因細菌之侵入其體，輕者損身，重者喪命，人間之苦，莫甚於斯，其最著而為害烈者如腸熱病 Typhoid, 丹毒 Erysipelas, 白喉 Diphtheris, 肺癆 Tuberculosis, 霍亂 Cholera, 肺炎 Pneumonia 等菌。其為植物之害者亦甚多，惟農家而外，無重視之者。

然無論其在動物體中或在植物中，其爲害之因，則以其能出一種病毒 Toxin。此類病毒，不僅限於病菌，他如毒蛇，死蕈皆有之，人之爲此種病毒所擾者，每能生一種消毒汁 Antitoxin，如能將由外侵入之毒消滅，則病可愈；否則被毒死矣。

消毒。普通所謂消毒，即預除害人之細菌也，其法每利用高溫以殺菌，或糞、或蒸，或燒，或用消毒劑，要皆以消滅爲目的；居家置衣物於日光之下數小時，亦有相當之效力也；其他將食物乾藏之，或用鹽漬，或裝入罐頭，或置冷處，亦皆防細菌侵入作祟之法也。

腐亂 Putrefaction。脂肪置於空氣之中，被細菌分解而成單簡之化合物，同時出各種臭味之氣體，是爲腐亂。故腐亂在自然界中，乃將有機體分解而成無機體之一種程序也。若無腐亂，則已死之有機體將永存於世，而不消滅矣，是以腐亂雖直接與人以大不利，然爲自然界中不可少者也。

氮之消失 Denitrification。土壤中常有一種細菌名氮質消失細菌 *Bacillus denificans*。常能使土壤中之氮質逸去。其法分解脂肪體，使其氮質逸出，或由硝酸

鹽 Nitrate 亞硝酸鹽 Nitrite 中，取氮質使之逸出。氮為植物生長必須之物，今被散去，則自為一種有害之細菌也。

然土壤若灌溉適宜，使空氣能流通，又無過剩之有機體存在，則雖有此類細菌亦無妨也。

(B) 有利之細菌

細菌之有利於人者頗多；今乃就其與論述植物有關係者，略言之而已。

前曾於第四篇中；葉之機能；言及葉能利用陽光之力，將二氧化碳及水分作成含水炭素，若作蛋白質則需氮質，而植物又不能直接取空中之氮質而利用之，必須取諸於硝酸鹽或亞硝酸鹽，此二者在土壤中，每與其他原素化合，成硝酸鈉 NaNO_3 ，硝酸鉀 KNO_3 ，硝酸鈣 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ，硝酸銹 NH_4NO_3 ，炭酸銹 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 等物。

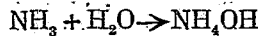
土壤中雖有上述之氮質化合物存在，設無相當之來源供給，終必告乏，今所欲討論者，土壤中氮化物之來源也。

土壤中氮質化合物之增加，均屬細菌之工作；此類

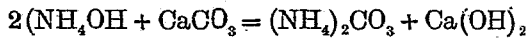
細菌或生於土壤中，或與豆科植物共生，今先述生於土壤中者，因敘述之便，須先言細菌之銚之作成。蓋有銚 Ammonium 始能作氮化物也。

銚之作成 Ammonification。土壤中常有有機物之存在，如糞肥，腐亂之植物體等，此類有機物常被細菌如普魯特 *Proteus*，伯斯拉斯 *Bacillus* 等，分解之成鹵精 NH_3 ，及其他單簡之化合物，此即銚之作成也。

硝酸鹽之作成 Nitrification。土壤中因普魯特及伯斯拉斯等菌之努力，遂生多量之鹵精，此鹵精若與水化合，則成氫氧化銚 NH_4OH ，方程式如下：



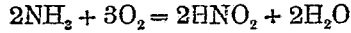
此氫氧化銚若與土壤中碳酸鈣 CaCO_3 化合，則成碳酸銚 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，與石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。



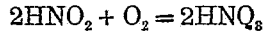
就上所云，則鹵精之增加自可使土壤中之碳酸銚增加，然事實上則只見硝酸鹽之增加，而不見碳酸銚之增加，初頗引以為怪，後經精密之研究，乃因土壤中有細菌如謀那斯氮菌 *Nitromonas*，伯客特氮菌 *Nitrobactor* 等之存在。

此二類細菌，謀那斯氮菌則能將鹵精氧化之而成亞

硝酸 HNO_3 ,



就此方程式所表示，則硝精中之氧質，經此氧化而成亞硝酸中之氮質，此亞硝酸若再被伯客特氮菌氧化之，則成硝酸矣。方程式如下，



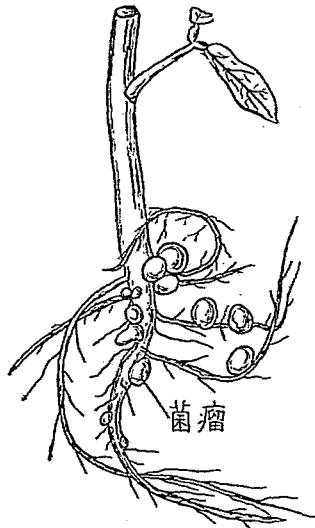
此硝酸若與土壤中之其他原質化合，則成硝酸鈉，硝酸鉀，硝酸鈣，硝酸銦等化合物，此即所謂硝酸鹽之作成。

二者既均為一種氧化作用，故土壤中欲使此二菌盡量工作，必須勤於灌溉，使土壤中有多量之氧氣也。再則此種菌類，因不須光即能工作，故常稱之為化合作用 Chemosynthesis。

氮之裝置 Nitrogen-fixation。細菌有能將空中之氮質直接使之成氮化合物者，屬於此類之菌，或能獨立生存於空氣之中，或與豆科植物共生。屬於前而常見者，則如葛落時垂地亞母 Clostridium, 愛走讀伯客特 Azotobacter 菌等；屬後者則為伯斯拉斯與豆科植物共生之菌。

今若觀第六十一圖之豆根，其上生大粒之瘤若干，此瘤中即共生菌居留之處，故曰菌瘤。若將此瘤切成

薄片，染色觀之，則有無數之細菌存焉，此即伯斯拉斯共生菌也。



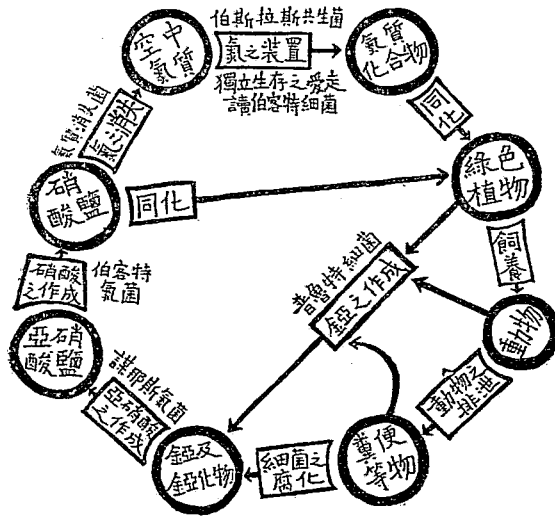
第六十一圖

初農夫每以此爲豆科植物之一種病症，不知其爲能供給硝酸鹽之一種有益細菌也。豆科植物即因有此奇特之細菌與之共生，故蛋白質較任何植物爲富，以其能得多量之硝酸鹽於細菌也；且凡生長豆科植物之地

，因豆根腐亂後，而使土中氮質大增，故瘠地因種豆科植物而能變肥，豆科植物在近代農業上遂成一極重要之植物矣。

(C) 氮質之循環

今若將細菌之工作已討論者以圖表之，則如第六十



第六十二圖

二圖：空中之氮質，藉氮之裝置而成氮質化合物，此

氮質化合物即可供綠色植物作蛋白質之原料，動物若食綠色植物中之蛋白質，則出糞便，此糞便與腐亂之動植物體，由銹之作成而成銹及銹化合物；此銹化合物經硝酸鹽之作成，又成硝酸鹽以供綠色植物作蛋白質之原料。若土壤中灌溉不良，則硝酸鹽經氮之消失，而又返乎空氣之中，此之謂氮質之循環。

III 細菌之分類

細菌體極微小，決難有複雜組織可供吾人作分類之參考，且其外形因環境之不同，每不固定，是以近世之言細菌分類者，多藉其生理之反應而定其類別。細菌學者，最近所公布之分類如下：一

- 真細菌區 Eubacteriales,
- 微細菌區 Actinomycetales,
- 線狀細菌區 Chlamydo-bacteriales,
- 硫細菌區 Thiobacteriales,
- 黏液細菌區 Myxobacteriales,
- 螺旋細菌區 Spirochaetales,

此六區以真細菌區爲最大，蓋細菌大部均屬之也。其餘之五區，以硫細菌區中之伯計愛圖菌 *Beggiatoa*

於吾人討論自然之分類上，稍有關係，蓋其爲若干長細胞平行排列所成之一長絲，能左右移動其體，與藍藻中之顛藻極相似，此二者或有特殊之關係也。

細菌綱在植物界中之地位。細菌組織極形簡單，既無葉綠素，又乏真正之核，能於黑暗處利用無機之物，以謀生存，在植物界中自屬極古之組織，但有一例外，則細菌之寄生於高等動植物體中者，自必發育於高等動植物產生之後，此極顯明也。至若硫細菌之組織與動作，極似真藻綱中之藍藻，則藍藻其由細菌所演成乎？

第三章 真藻綱 *Euphyctes*

真藻，小者僅一細胞，其大者雖至數百尺，然因其無真正之根莖枝葉，故仍屬於葉狀體植物。潮濕之地，有水之區，必有真藻若干種生於其間。此類植物，或漂浮於水面，或生於水底；然均有葉綠素以獨自營生，寄生者絕少。

真藻似爲無用之物，然能供魚類以大宗之食料，關係於人生自極巨，其能直接供給人以作食料者亦甚夥，如海帶，紫菜，鹿角菜，海白菜等；此外碘 I_2 及

碳酸鉀 Potash 常取諸於海藻之中；矽藻之殼，可作打磨用，均人生日用所需者也。

真藻之繁殖。普通多屬無性繁殖，或藉細胞之分裂，或生游走子 Zoospore；若屬有性之繁殖，則由游接子 Gametes 而產結合子 Zygote or Zygospore。

真藻之分類。真藻多至數萬種，其組織及繁殖之法各不同，有極簡單者，有極繁雜者，然若與他種綠色植物相較，則真藻綱之植物，彼此自有若干相似之點也。

真藻綱植物，因其組織及繁殖之不同，可別為七大類：曰蟲菌藻類，藍藻類，被膜蟲藻類，矽藻類，綠藻類，褐藻類，紅藻類，茲分論如下：

(A) 蟲菌藻類 Flagellatae

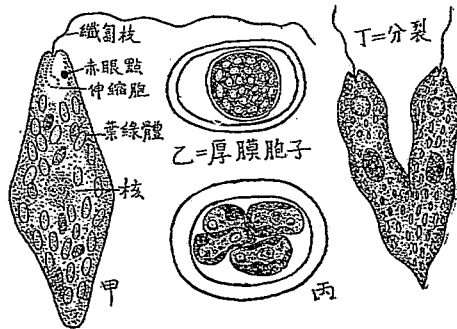
蟲菌藻無纖維素之細胞膜，又具伸縮胞 Contractile-Vacuole 一二枚，故極似一細胞之動物；然因其無變形蟲運動，且具葉綠素，能自營生，故近於植物也。

蟲菌藻雖因具葉綠素而似植物，然有時因生於黑暗之處而失其葉綠素，以固體為食物；若再返於光明之地，則又產生葉綠素，而進行光力合成作用，是以蟲

菌藻實一可植物可動物之組織也，舉例一於下。

例 綠藻蟲菌 *Euglena*

綠藻蟲菌之組織及繁殖法。綠藻蟲菌有核一枚，位於細胞中央，其頂端纖毛枝 *Flagellum* (多數 *Flagella*) 一枚，以遊於水中，赤眼點 *Red-eye-spot* 一枚，以辨明暗，如第六十三圖甲。因其體中具葉綠體若干，故常使其所居之水，呈深綠色。



第六十三圖

其繁殖之法，或作厚膜孢子 *Cyst*，如圖乙，然後再生四枚之新個體，如圖丙，或將母體直分之成二枚，如圖丁，二者均屬無性繁殖。

綠藻蟲菌在植物界之地位。此藻既屬可植物可動物，必為動植相分之起源乎？其無纖維素之細胞膜，有伸縮胞，能失去葉綠素而取食固體之物，自為類似動物之點，此姑置不論；至其有葉綠素，纖匐枝，及赤眼點，則頗近於植物，且為其他一切植物發源之點，乃一極可注意之事實也！

(B) 藍藻類 *Myxophyceae*

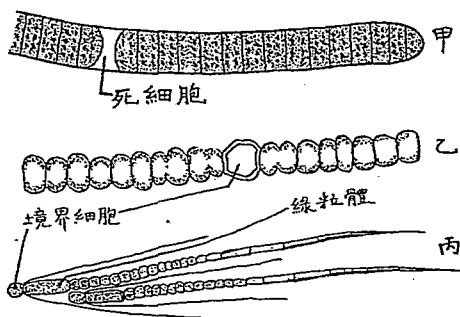
藍藻為原始藻類之一，其組織與 *Beggiatoa* 細菌極相彷彿，故論者每以藍藻或出於細菌。此藻生存之力極強：能於乾燥之土壤中，保持其生機至七十餘年；能久凍於冰中；能在沸點以上之溫泉生存。此皆吾人已知之事實，而不可解者也。

藍藻之組織。藍藻抵抗外界之力，如是強偉者，蓋其細胞膜之大部屬於明角質 *Cutin*，更被有一層之膠液故。其細胞中除葉綠素外，尚有藍色素 *Phycocyanin*，所以稱為藍藻也；此種色素，不若高等植物之集於葉綠體中，不過散處於細胞內之細胞液間；藍藻又無真正之核，其染色體乃集於細胞之中央，而無核膜故只具核之組織，尙未演成真式之核也。

藍藻之繁殖。藍藻無有性之繁殖。或屬普通之細胞分裂，或由藻絲中之境界細胞 *Heterocyst* 斷二三條藻絲；然後再延長之。茲舉數例如下，以明其進化之象。

例一 顫藻 *Oscillatoria*

顫藻爲最普通之藍藻，陰溼之地，花盆之中，常有之，每使土壤表面成深綠色。若取少許置顯微鏡下觀之，則如第六十四圖甲，爲若干長方形細胞平行排列



第六十四圖

所組成之細絲一條，此絲能左右搖動，因名之爲顫藻；此種顫動，與細菌中之 *Beggiatoa* 細菌極相似，亦

證明藍藻出於細菌之一事實也。

顫藻之藻絲中，每有無色之死細胞。此死細胞只有細胞膜而無原形液，若此細胞膜破亂，則藻絲一條即成爲二，故顫藻之死細胞，乃預備分生之組織也。

例二 念珠藻 *Nostoc*

此藻之細胞圓形成串如佛珠，如六十四圖乙故名，其串中之厚膜無色細胞，組織與顫藻之死細胞雖少異，而任務則同，爲司分生者，以其爲一有組織之細胞而非死細胞，遂名曰境界細胞 *Heterocysts*。

念珠藻常聚若干條而居於一膠質球中，大小如豆，可供食用，俗稱曰葛仙米，信其能補身或爲仙品也！此藻既羣居於膠質組織之中，故當分生之時，先由境界細胞斷開成一小條，然後泳出於集合體外，此新個體長大，則又成一新集合體 *Colony*。

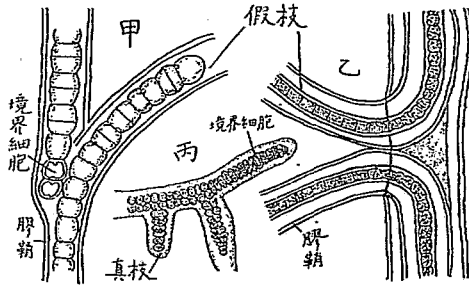
例三 端毛藻 *Rivularia*

端毛藻之個體組織如第六十四圖丙，有長形之綠粒體 *Gonidium* 一枚，其下生境界細胞一枚，其上生細胞一列，大者居下，小者居上，形如毛，故以端毛名之，端毛與綠粒體相連之處，有組織如鞘，爲個體彼此相連而成集合體之組織。此藻亦喜羣居，其所成之

集合體，形圓而透明，大小不一。

例四 叉絲藻 *Tolypothrix* 與單列藻 *Scytonema*

此兩種藻與上述三藻，最不同處，即為假枝之產生。其產生假枝之法：叉絲藻乃於膠鞘中，藻絲之一部，每因延長過甚，由境界細胞突破膠鞘而出，遂成一叉如第六十五圖甲；



第六十五圖

單列藻則因膠鞘中之藻絲段段均延長，每於生境界細胞之處。兩段同時突破膠鞘而出，遂成二假枝，如六十五圖乙。兩者所出之叉，雖有一二之別，然均因延長過甚而突破膠鞘，故有假枝之稱。

例五 多列藻 *Stigonema*

觀六十五圖丙，則知多列藻之藻絲爲二列之細胞所組成，且於主枝之上分小枝，此枝乃若干細胞由主絲所長出，非若單列藻之因延長過甚而成，故曰真枝。

就六十五圖丙所示，則此藻之藻絲中有細胞二列，實則更有四五列者，故宜稱之爲多列藻也。

藍藻類中各藻彼此之關係。藍藻就其繁殖之法，及其無纖維素細胞膜，無葉綠體，無真正之核而論，雖證明爲最原始之植物，然觀上述之六例，則其彼此之組織頗有高下之分：

如顛藻，其藻絲中之細胞全部相似，助分生之組織，不過爲一失生機之死細胞；至於念珠藻，則有厚膜之境界細胞以司分生，是藻絲中已多一新組織；端毛藻則其藻絲中有境界細胞，有綠粒體及毛形組織生於頂端，在單筒之藍藻中，可謂組織之最複雜者；

如叉絲藻，則於主絲之外生一假枝，單列藻生二假枝，此可謂藍藻欲成更複雜組織之暗示；及至多列藻，非特有多列之細胞，且有真枝之設，藍藻中進化之高，無過於此。總之，就吾人列舉之數例論之，其組織由簡漸進於繁，則爲極明顯之事實也。

(C) 被膜蟲藻類 *Peridinieae*

被膜蟲藻爲熱帶之植物，溫帶雖有之，爲數頗少。其體乃爲數片之殼所合成，殼相連處有溝如第六十六圖甲，故當其被壓破時，則又返成數片之殼。

此藻有纖匐枝二枚，皆生於溝中：其生於赤道之溝中者，司旋轉之任，生於子午線溝中者，司前進之任；故當二纖匐枝同時動作時，被膜蟲藻遂取螺旋式而前進。

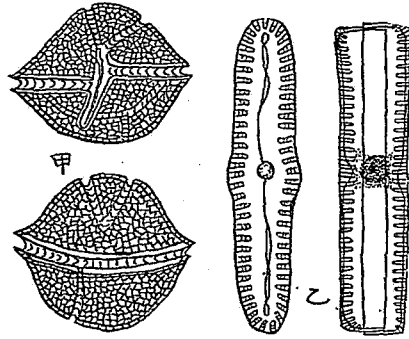
其細胞膜之質，頗似纖維素，乃爲無色之膜；然因體中儲黃色之食物，故此藻之色每因之而發黃。其繁殖之法，乃由溝間將母體分裂爲二新個體，然後再長成如母體之組織。其分生極速，故其產地每有多數之存在，有時亦能產休眠孢子 *Resting spore*。其爲吾人所常見於池沼中者，則爲被膜蟲藻 *Peridinium*，如第六十六圖甲。

(D) 矽藻類 *Bacillarieae*

矽藻與被膜蟲藻頗相似，爲數極夥，分布亦廣，若取沙泥之濕潤者少許，置顯微鏡下觀之，至少可見矽

藻十餘種；若取水中之泥沙觀之，其數更多，其易得也如此，故今之已命名者，有萬餘種之多云。

其組織如六十六圖乙，乃二半所合成如盒之一底一



第六十六圖

蓋。矽藻之細胞膜大部屬於矽質，所以稱矽藻也。細胞中有核一枚，及葉綠體之存在；惟因其體中有黃色食物之儲存，故亦如被膜蟲藻之發黃色也。

其分生之法，乃於母體之二半，各生一新半，既成則裂為二新個體。繁殖極速，海岸之巖石多為其遺體所積成，近時常取此類石末，為洗刷磁盆及防火牆之用，在工業上自有相當之價值也。

被膜蟲藻與矽藻在植物界中之地位。此兩類藻，雖與綠藻類同出於一源，然因其獨自進行，其進化之路，與一般之植物頗少相似之點，故其始雖同，今則判然異類矣。

(E) 綠藻類 Chlorophyceae

水澤之區，凡陽光可透入之地，均有綠藻生焉。綠藻以淡水中者爲多，生於海洋者，則會集於熱帶。其形繁多，有爲一細胞者，有成絲形者，有成薄片者，有成球形者，而此各形又千變萬化，而演成其各自特殊之形，吾人就其形態之異，能呼之以名者，達五千餘種。

綠藻類之組織。綠藻之最下等者，其細胞之上有纖毛 Ciliium (多數 Cilia)，能浮泳於水中；其較高等者，則僅於繁殖之時，有能動之細胞，而普通之細胞則屬固定。綠藻之細胞，因有明顯之真核一枚至數枚，且具葉綠體，此葉綠體中又含甲乙二葉綠素，與高等植物極相似，故綠藻若非高等植物之原始？其必與高等植物原始之組織極相近也？

綠藻之細胞膜，爲纖維素及果蔬膠質所組成，有時

有角皮 Cuticle 一層，與高等植物之細胞膜組織亦相同。其所產之食物，普通爲澱粉，然有時亦產脂肪。

綠藻繁殖之法。其無性繁殖，或由細胞之分裂，或當藻絲斷開之時成二新個體，或產游走子 Zoospore 若干，各生一新個體；其有性繁殖，則由游接子 Gamete 產結合子 Zygospore，游接子與游走子組織大致相若，不過所產之數多而較小耳，游接子經若干步之變易，終必演成精子 Sperm 及卵 Egg，而比擬於高等植物矣。

綠藻之分類。綠藻雖爲真藻之一，因其所包含之植物過多，遂按其能動細胞之纖毛有無及長短，而分爲四次類：曰二等纖毛次類，無纖毛次類，環生纖毛次類，及不等纖毛次類。

(1) 二等纖毛次類 Isokontae

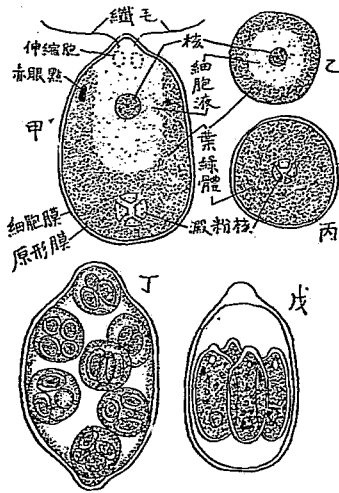
綠藻之大部，均屬於此次類，今之所欲討論者，乃擇其普通易見而又可籍以明瞭其進化之跡者言之，此次類之特點最要者爲其能動細胞有纖毛二，長短如一，故稱爲二等纖毛次類，其細胞中有多數之葉綠體。

例一 客雷買豆謀拉斯 Chlamydomonas

此藻爲春水中最常見之物，常使水成綠色，惟中國

學名未定，姑從其釋音。

客藻之組織。 觀六十七圖甲，客藻之直斷面，於



第六十七圖

頂端有纖毛二，伸縮胞二，其葉綠體乃一杯形之組織，故其直斷面彷彿馬蹄之形，葉綠體之基部，有澱粉核Pyrenoid，其上部則為中空之組織，細胞液充滿其間，細胞液中有核一枚，混懸於其中，客藻亦有赤眼點一枚，以辨明暗，生於葉綠體中，距伸縮胞極近。客

藻之葉綠體既爲杯形，故將客藻於核處橫斷之，則如六十七圖乙，而作環形，中爲細胞液及核，若於澱粉核處橫斷之，則所見者均爲葉綠體而無細胞液，如六十七圖丙。合此三圖視客藻之組織，當瞭然矣。

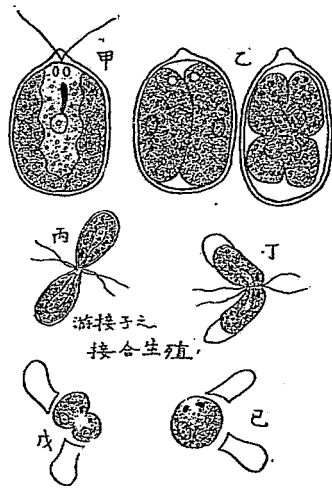
客藻之無性繁殖。或成膠球 *Palmella state* 如六十六圖丁。其作成也乃將具纖毛之個體，失去纖毛，然後將此細胞分裂成若干之新個體，而聚於一膠包中，環境適宜，則此膠包中之新個體，生纖毛而游於水中，長大則又一相似之母體出現矣。

再則爲游走子之產生，其產生乃將一細胞中之組織，分作四或八，如六十七圖丁戊，此每份卽成一游走子，而游於水中，游走子長大，又成一新個體。

客藻之有性繁殖。其最初步產游接子，游接子之產生與游走子同，惟產數多而體小。游接子既產出如第六十八圖甲乙，乃互相接合如圖丙；二遊接子既相接合，則漸混而爲一，如圖丁戊；及至二個體已相混爲一，則棄其原有之細胞膜，而成一新結合子如圖己。

結合子生厚細胞膜，稍事休息，如環境適宜，則又成游走子長大卽成一新客藻。

客藻在植物界之地位。 客藻之游接子雖爲有性之組織，然組織則與游走子無少異，故論者以此爲無性之游走子漸漸演成有性之象，植物之有性繁殖，其發軔於斯乎？

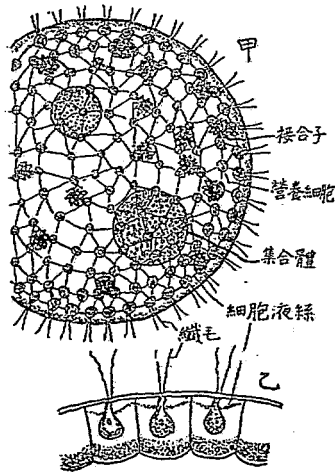


第六十八圖

客藻具伸縮胞赤眼點，與綠藻蟲菌相似，而同時有葉綠體及澱粉粒，如高等之眞藻類，是以客藻者，實植物界中承上啓下之一植物也。

例二 團藻 *Volvox*

團藻之組織。 團藻乃若干二纖毛動細胞之集合體，成一球形而中空，其放大之象，如第六十九圖乙。此集合體雖爲若干細胞所集成，然其彼此之間，則有細胞液絲相連，如六十九圖甲及乙，是已具多細胞組織之雛形。



第六十九圖

團藻之繁殖。 團藻非特具組織，且分三類組織：

有專司營養者，有專司繁殖者。其司繁殖之細胞，有無性及有性兩種；司無性繁殖之細胞，體較大，由分裂之法成小集合體，當母體破裂之時，即棄老集合體而獨立，長大即成一新集合體；有性者則為由卵及精子所成之結合子，此類卵細胞較普通細胞大，無纖毛，精子色黃，形長有纖毛二枚，卵子受精，則成厚膜之結合子，結合子萌芽，則生游走子若干，相聚而產一新集合體。

是以每一團藻之中，共有四種細胞，曰營養細胞，集合體作成細胞，卵子及精子。

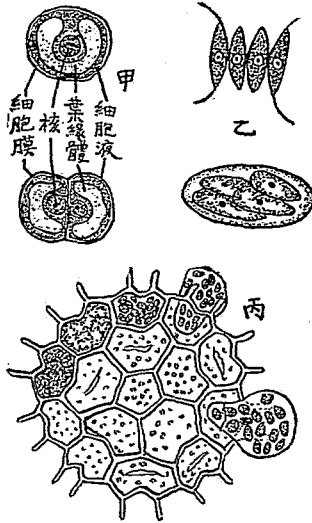
團藻在植物界之地位。團藻乃雙纖毛細胞若干之集合體，且有卵及精子之分，自較上述客藻位置為高，然與位於其上之植物，殊少相當關係，故團藻之進化，似屬局部之進化。

例三 原生圓藻 *Protococcus*

原生圓藻，為世間極普遍之氣生藻，寒帶以至熱帶凡陰濕之地，如花盆牆腳之上，均有其跡，或為一細胞，或為小羣集，每使其產地成深綠色。

原生圓藻之組織。此藻之纖維素細胞膜中，有多瓣之葉綠體一枚，葉綠體中則有一核，其排列如第七

十圖甲，此藻既生於空氣之中，每能吸取空中之二氧化碳及水分，藉陽光以作含水炭素，故其組織雖極簡單，其能獨自營生，正如高等植物也。



第七十圖

原生圓藻之繁殖。此只有無性繁殖。其繁殖也，即用普通之細胞分裂法，將一細胞之組織，平分爲二，如七十圖甲，有時此二細胞或更成四細胞，而仍相

連作一臨時之小羣集，過大者殊罕見之。

例四 斯客利對斯馬 *Scenedesmus*

此藻乃四枚細胞並列而成之一小羣集，如七十圖乙，其兩傍之細胞則有刺突出如角。

其同類之組織頗多，不及備述，以其爲水中極常見之物，不可不述之以備參考。其繁殖之法，乃將一細胞中之原形液分作四份，每份成一細胞，如七十圖乙，母細胞破裂，則成一新集合體，排列如其母體焉。

例五 裴愛斯查門 *Pediastrum*

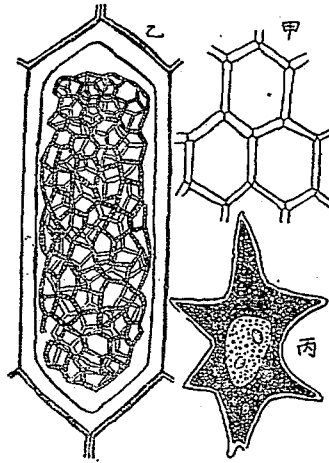
此藻乃八枚十六枚或三十二枚之細胞相集，而成之一片形羣集，如七十圖丙。此小羣集中，無論何細胞均能產游走子，其數則如其母羣集。如圖丙所示之羣集，爲十六枚者，則每細胞中所生之游走子亦爲十六枚，一旦破母體而至水中，則排列如其母羣集，而成一新羣集。

裴藻亦有有性繁殖，其游接子與游走子組織完全相似，惟體稍小，接合後產接合子，而生小羣集焉。

例六 水網 *Hydordictyon*

水網之羣集，乃千百細胞所組成，其細胞排列之法

，如第七十一圖甲，每三細胞連集於一處成人字形；



第七十一圖

若千百細胞均如此，自成一網矣。以其形如網，而生於水，故名。

水網常浮於水面，其羣集之大者長可達三粉；其細胞之中有大空胞一枚；小葉綠體若干，則生於附着細胞膜上之細胞液中。其繁殖分有性無性兩種。

無性之繁殖。水網之細胞，當長大至一定程度時，其細胞中之原形液每分作七千至二萬份，每份成一

雙纖毛之游走子。此游走子有核一枚，葉綠體一枚，並不泳出於母細胞，稍稍活動即休息，然後首尾相連成一小網，如七十一圖乙，當母細胞破裂之時，即泳出母體，長大又成一網狀集合矣。

有性之繁殖。初則產生巨量之游接子，由三萬至十萬之數，產生後立即泳出母體，相配而生接合子。

此接合子有厚細胞膜，沈於水底，經長時間之休眠後，則產二枚或四枚之雙纖毛大游走子，游於水中；此大游走子並不作水網，而產一多角之厚孢子 Polyhedra，如七十一圖丙，而沈於水底，以度隆冬，翌年春暖，則產一小網而浮出。吾人於此有一可注意之點，即水網之接合子不能直接產水網，必經多角厚孢子而後方成水網。

原生圓藻斯藻裴藻及水網之結論。就二等纖毛次類中，已討論之植物而言，例一客藻例二團藻所論之植物，均屬能動之組織；由例三原生圓藻起，至例六水網，除充繁殖之細胞外，餘均屬靜止之組織，則此四例，所指之植物，其偏於植物化已甚明顯矣。

團藻雖偏於動物化，而有明顯之精子及卵；其餘諸藻雖由單細胞而演成小羣集，或大羣集，然無精卵之

別，此亦應注意者也！

例七 無節藻 *Vaucheria*

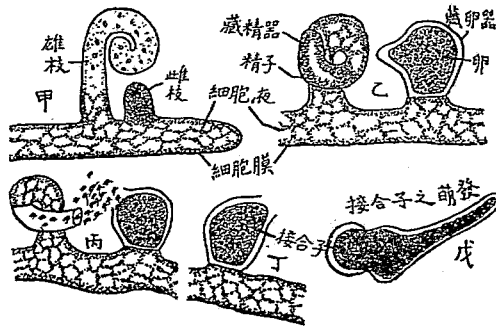
無節藻或生於水中，或生於濕地，乃一多枝之長筒；因此長筒，並不分作若干細胞，故有無節藻之稱。筒之中央每爲空胞所充滿，其細胞液則附着於細胞膜上，核若干及多數之葉綠體則分布細胞液中，其繁殖亦分有性無性二種：

有性之繁殖。長筒之無節藻，當作有性繁殖之時，則於其藻絲上生小枝成對，此小枝初與普通之枝無異，不久即分化如第七十二圖甲，一長一短。長者爲雄枝，漸漸回卷；短者爲雌枝。漸次長大，至圖乙，則雄枝與母體隔開，自成一細胞，是爲藏精器 *Antheridium*，而於其中生精子 *Sperm* 若干；雌枝亦與母體隔開，而成一細胞，是爲藏卵器 *Oogonium*，而於其中生卵 *Egg* 一枚。

當精卵成熟之際，藏精器與藏卵器同時破裂；而藏精器之裂口每對藏卵器之裂口而生，如七十二圖丙，故精子射出之時，正向卵投奔也。

此若干之精子，必有一枚至卵中，與卵中之卵核相配，是爲受精作用 *Fertilization*。卵受精後 即成一

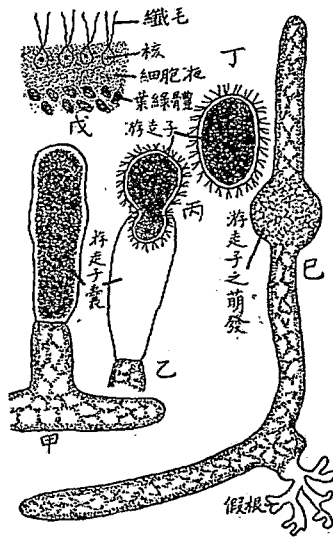
接合子 Zygote, 如七十二圖丁；是以此接合子中，乃精子之核，精子之細胞液，卵之核，與卵中若干葉綠體之混合組織也。此接合子初則位於藏卵器中（包於藏卵器細胞液中），稍事休眠，則萌發 Germination 而成一藻絲，如七十二圖戊。



第七十二圖

接合子萌發之時，有三事同時進行者：一為藻絲之延長，二為核之分生，三則葉綠體之分生。此分生之核，為精卵配合後之核；而葉綠體則為卵中由母體預儲之葉綠體，與受精似無關係也。藻絲長大如母體後，稍事普通營養之工作，始能再行有性之繁殖。

無性之繁殖。初則於細胞之一段，生一細胞膜與母體分隔之，是為游走子囊 Sporangium。然後將此游走子囊中之原形液團集之，而成一大游走子，如第七十三圖甲。



第七十三圖

游走子成熟，則突破游走子囊而如七十三圖丁，此游走子有纖毛無數，若觀其切面七十三圖戊，則知其

爲無數二等纖毛之羣集體，故仍屬二等纖毛次類也。

游走子休息後，則萌發而生藻絲及假根，此假根常能助其固生於土壤之上，故亦有用之組織也。

無節藻在植物界之地位。無節藻雖有大卵及精子若干，其繁殖之法似甚完備，然其與高等植物之演成，似無相當之關係；今若以高等植物演成爲植物進化之正路，則無節藻之進行，可稱爲大路傍之一小道也。

雖然，無節藻與真菌類中之水黴極相似，其爲真菌發源之點乎？則一有趣之問題也！果然，則無節藻在植物界中，曾屬一極重要之組織歟？

例八 剛毛藻 *Cladophora*

剛毛藻爲藻中最普通之物，多年生，好分枝如第七十四圖甲，生於水中巖石之上，其每枚細胞中，有核若干枚及無數之葉綠體。

其繁殖法，均屬無性：或爲普通細胞分裂；或於藻絲之頂端細胞中作游走子若干，如七十四圖甲，此游走子附着於巖石上，則產一新植物，如其母體焉。

例九 單絲藻 *Ulothrix*

單絲藻亦爲固生於水中巖石上之絲藻，其細胞短小

，彼此相疊遂成藻絲，如第七十四圖乙。其每個細



第七十四圖

胞中，有核一枚及帶形之葉綠體一枚，此藻絲中之細胞，惟基部之細胞與位於其上之細胞，稍有不同，形長而成一固生之組織。繁殖之法，有無性及有性兩種。

無性繁殖，乃於藻絲某細胞中，將原形液分作若干份，而產游走子若干，或具二纖毛或具四纖毛，如七十四圖所示。此游走子有赤眼點一枚，葉綠體一枚，出母體後，稍事游泳，即休息，而產一新個體。

有性繁殖，初則於某細胞中產游接子，其組織及產

生之法與游走子大致相若；惟纖毛之數僅限二枚，絕無四枚者，產生後兩個相接，而後混爲一，成接合子。此接合子稍事休息，則產一細胞，於其中生游走子若干，此游走子萌發，即成一新個體，如七十四圖乙。

在特殊環境之下：游接子不必接合，亦能生新個體，如是則游接子與游走子除大小外，毫無區別，論者每以此推想游接子不過游走子之變形，所謂有性與無性，相差亦有限也。

單絲藻在植物界之位置。單絲藻就繁殖細胞而言，則其與蟲菌藻自有相當之關係，就其藻絲之組織言則與水棉又頗相似也。

二等纖毛次類之結論：此次類中，所舉之例至九條之多，一則以其均爲水中常見之物；再則其組織各有特殊之點，於解釋植物之進化，各有所供獻，故雖欲削繁就簡，不可得也。

(2) 無纖毛次類 Akontae

藻之屬於此次類者；有接合管 Conjugating tube，無能動之細胞。水棉鼓藻屬之。水棉爲水中極普通之藻；鼓藻則富於斑紋，極臻美麗，且多至千有餘種，因限於篇幅，略舉一二，以見其一斑。

例一 水綿 *Spirogyra*

教植物學者，若欲於植物界中列舉教例，以明植物之自然分類，則代表真藻者，必擇水綿；以其常見，而組織及繁殖之法又饒有興趣也。

水綿常生於死水池中，浮於水面，若以手捻之，則滑潤無比；蓋其細胞之膜上，有膠質一層，故採集者一觸即可斷定為水綿也。其藻絲乃若干長筒形細胞頭尾相交所組成，又不分枝，故漂於水中，彷彿一團綿絲，故有水綿之稱。

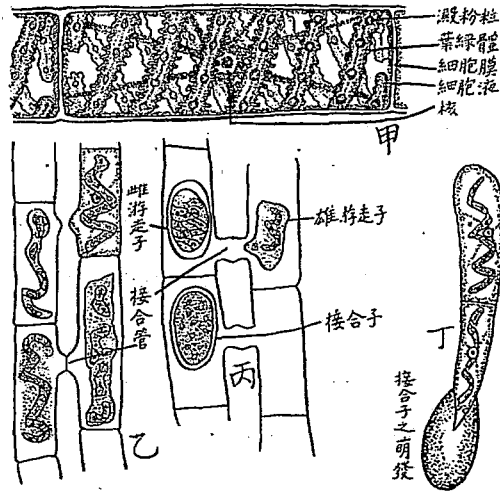
水綿之組織。水綿之細胞為長筒形，細胞膜為纖維素質膜，內有細胞液一層附着之，中空故為一空胞，核一枚，以細胞液絲懸於空胞之中央，如第七十五圖甲。

水綿之葉綠體為一帶形之組織，取螺旋式繞於細胞內之細胞液中，見圖甲，為水綿之特殊組織。此帶形葉綠體，有澱粉粒 *Pyrenoid* 若干分布於其上，排列成行，而有細胞液絲以相連貫，每粒則有澱粉若干繞之成環形，此即水綿臨時儲藏食物之所也，黑夜光力合成停止，此類儲藏之澱粉粒，即被消化，以供需用。

水綿之繁殖。其無性繁殖，於細胞膜上生一環，

環漸闊大，則一細胞自間爲二。當此新膜發生之時，其母細胞核，即分爲二，新細胞膜完成，則各得一新核。一條藻絲之中，若其細胞盡分裂爲二，則藻絲自因之而延長。

有性繁殖，則如七十五圖乙丙，水綿之有性繁殖或



第七十五圖

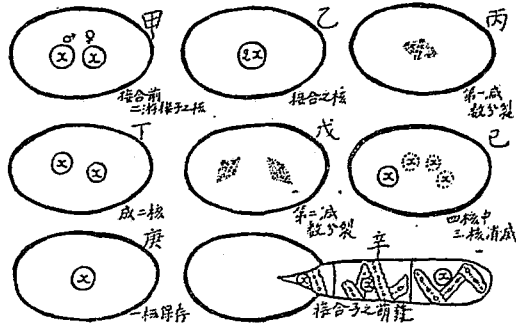
在春季，或在秋季。當其進行繁殖時則藻絲之相近者每於細胞膜上生突起，如七十五圖乙，同時原形液收

縮而消失其水分，兩細胞上之突起若相遇，則貫通成一管，是爲接合管。

接合管既成，則一細胞中之原形液，由接合管而至其對方之細胞中，此遷移之原形液，是爲雄游走子，其不動之原形液，則爲雌游走子。二游走子既結合，遂成一厚膜之接合子，此接合子萌發，即生一新藻絲，如七十五圖丁。

水綿因有接合管，故其精子雖稱爲雄游走子，並無纖毛之設，不能游泳，所以屬於無纖毛次類也。雌雄二游走子接合之際，其原形液中之細胞液與核自然相混而爲一；葉綠體雖不相混，然來自雄游走子者消滅，僅雌游走子中之葉綠體保留；故接合子中之葉綠體，屬於母性者也。

水綿之減數分裂。接合子之核，既爲二核之接合體，故其染色體較普通之細胞加倍，若欲保存其應有之數，自須行減數分裂。觀第七十六圖，則知二游走子之核相接而成倍數染色體Diploid number of chromosomes, 此倍數染色體之核，行第二次減數分裂，遂成四核，此四核三核消滅，一核保存，則此保存之核，自具單數之染色體Haploid number of chromosomes也，



第七十六圖

此之謂減數分裂 Reduction division of chromosomes。是以減數分裂者，接合後返乎普通細胞中染色體之數者也。

水綿在植物界中之地位。水綿之有接合管，在真藻中自屬別開生面，然其進化並非植物界之正路，以之為大道傍之一叉道可也。

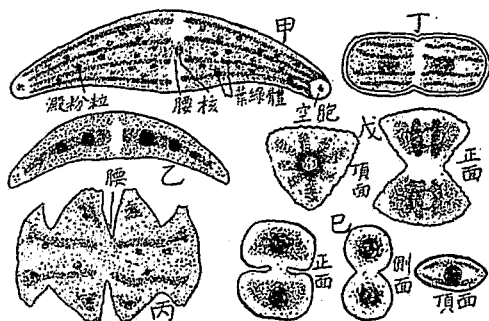
例二 鼓藻 Desmid

鼓藻約千有餘種，為池沼中常見之植物，其組織雖大致相若，然形態則極繁麗，如第七十七圖者，舉其常見者數枚，以明其組織而已。

(3) 環生纖毛次類 Stephanokontae

此次類之能動細胞，有纖毛如環，以此即可與他三

類之綠藻別焉。



第七十七圖

例一 輪毛絲藻 *Oedogonium*

輪毛絲藻之藻絲，其基部之細胞每化作假根 Rhizoid，故能固生於水中巖石之上。其細胞之組織如第七十八圖甲，有核一枚，葉綠體成網狀，而具澱粉粒若干。

輪藻之有性繁殖。於藻絲之上，先產藏精器及藏卵器：藏精器乃較小之細胞中，生若干枚之精子，或稱為雄游走子；藏卵器乃較大之細胞中，產大卵一枚，如七十八圖甲。

當卵成熟之際，藏卵器裂一小口；同時綠色之卵對

此裂口處，有一淺色之區，曰受精處 Receptive spot，精子成熟即泳出藏精器，而入藏卵器之小口，由卵之受精處，與卵接合而產接合子，如七十八圖乙。

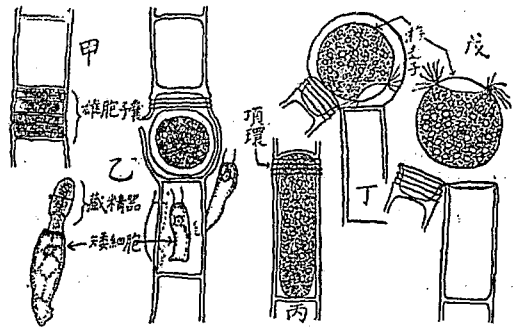


第七十八圖

此接合子稍事休息，即將其原形液分作四份，各成一游走子，如七十八圖丁。此游走子具纖毛若干，排列如環，游泳若干時，即附着於巖石之上，失其纖毛而產一藻絲如圖己。

矮細胞之作成。 輪藻之有性繁殖，除上述外，有時於藻絲之中，以三四細胞作雄孢子囊 Androsporangia，而於其中產雄孢子 Androspore。此雄孢子初游泳於水

中，後即附着於產藏卵器之藻絲上，而產矮細胞如第七十九圖甲乙。



第七十九圖

此矮細胞之上部，即為藏精器，其所產之精子與卵接合，即生接合子。接合子萌發，即產一新藻絲，如七十八圖己焉。

輪藻之無性繁殖。即將一細胞之原形液收縮而作一大遊走子，如七十九圖丙丁，此大遊走子將其母細胞膜裂開，即游泳於水中，遇巖石即附着之，而產一新藻絲。

輪藻之藻絲，亦能由細胞之分裂而延長，惟一絲之

中，能任分裂之職者，只限於數細胞，此數細胞每因分裂一次，留環紋一道，積之遂成數環，稱曰頂環 Apical ring，如七十九圖丙，亦輪毛絲藻之特殊組織也，學者每以此而定其所屬。

輪毛絲藻在真藻綱中之地位。輪藻之性別極明顯，有大藏卵器而生大卵；有小藏精器而生數精子；又有矮細胞之產生，在藻中可謂發達之最高者也。

(4) 不等纖毛次類 Heterokontae

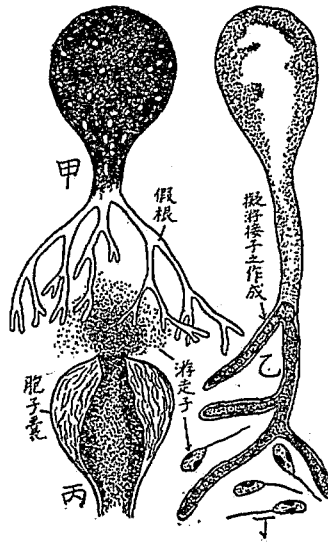
藻之屬於此次類者，其能動細胞之纖毛一長一短，細胞中之葉綠體數較少，繁殖之法極有趣，舉一例述之如下。

例一 大團藻 Botrydium

此富有興趣之藻，生於陰濕之地，體大如粟，有無色多叉之假根，固生於土壤之中，如八十圖甲；其生於氣之藻體中，有核無數及葉綠體若干，分布於附着細胞膜上之細胞液中。

此藻生長之處，若過乾燥，則其原形液生於氣中之藻體者，即移於地中之假根中，而作無數之擬游接子 Aplanospore，如八十圖乙，若環境適宜，則此擬游接子即萌發，而成一新個體。

如其生長之處，忽爲水所淹沒，則其藻體之生於氣中者，立即變爲一游走子囊，而產多數之一纖毛游走子，如八十圖丙丁；若水退去，此游走子則各產一新



第八十圖

個體；水久不退，則各成一厚膜休眠孢子，以待適宜之環境焉。

(5) 綠藻類之結論

綠藻類中，雖其組織及繁殖之法，大相懸殊，而其均由蟲菌藻所演出，則極明顯。其彼此不同處，最重要者，莫若由無性繁殖漸成有性繁殖；更由相似之雌雄游接子而成明顯之精子與卵，其組織雖不若高等植物之完備，而其發達亦大可觀矣。

(F) 褐藻類 *Phacophyceae*

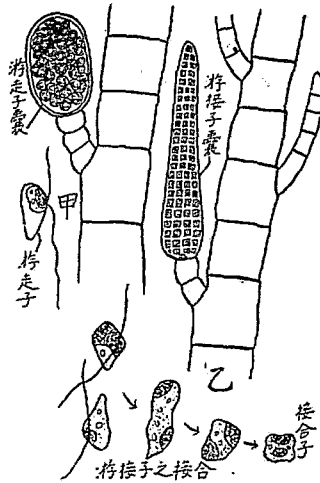
褐藻千有餘種，多叢生於溫帶之海岸，以其於葉綠素外尚有褐色素 *Fucoxanthin*，而現褐色，故名。褐藻之小者，不過數耗，大者長四五百尺，均屬多細胞之組織，較綠藻類更形複雜，褐藻之細胞中，有顯明之核及色體，因生長於海中，溫度適宜，故無休眠孢子。其繁殖法，或產側生雙纖毛之游走子，作無性繁殖，或產接合子作有性之繁殖，

褐藻與綠藻似均發源於蟲菌藻類，但兩藻殊欠顯明之關係，蓋褐藻之組織及繁殖法雖較綠藻複雜，然非由綠藻所演出，則可斷言也，茲舉兩例如下；

例一 外子藻 *Ectocarpus*

外子藻乃一多叉之小褐藻，爲一系列細胞所組織成，當其作無性繁殖之時，則將其藻絲頂端之細胞長大，

作游走子囊，產多數之側生雙纖毛游走子，如第八十一圖甲。此游走子即能產一新個體，是為無性之繁殖。



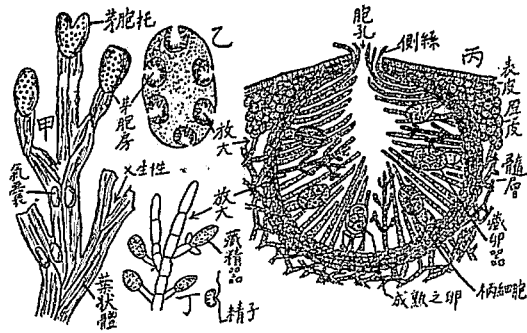
第八十一圖

其有性之繁殖，與無性大致彷彿，亦於藻絲之頂端，生游接子囊，形較游走子囊長，而生若干之游接子，如八十一圖乙，此游接子相配，則產接合子，接合子萌發即產一新個體。

例二 馬尾藻 *Fucus*

馬尾藻乃一叉生性 *Dichotomous habit* 之葉狀體植物

。體上有氣囊若干，以浮其體，見八十二圖甲，叢生



第八十二圖

於淺海巖石之上，有假根以司固生之職。藻體分表皮厚皮及髓層三層，如八十二圖丙；組織自較綠藻複雜。其繁殖均屬有性繁殖。

馬尾藻之繁殖器官。馬尾藻，每於藻體之頂端生長圓形之漲大體曰芽胞托 Receptacle，如八十二圖甲，若將此芽胞托橫斷之成薄片，則有芽胞房 Conceptacle 若干在焉，如八十二圖乙，而於其中生雌雄之繁殖器官。

今若將八十二圖乙中之芽胞房放大之如圖丙，則見

芽胞房中有側絲 Paraphyses 若干，而於其中生藏卵器及藏精器。

藏卵器與藏精器之作成。藏卵器初與側絲相似，其後位於頂端之細胞長大，遂成藏卵器；藏卵器中初僅一核，其後乃分作八核；其後八核各成一細胞，每細胞成一卵，故藏卵器當成熟之時，有卵八枚。

藏精器乃生於多枝之組織上，如八十二圖丁，而於其中產精子六十四枚，此精子有側生之纖毛二枚。

馬尾藻卵之受精及萌發。精卵成熟之際，則破藏精器及藏卵器，而由胞孔 Ostium 擠出，浮於水面。精子之數既數十倍於卵，故每卵一枚有精子若干繞之而盤旋，此若干精子如有一枚得入卵中，則其他之精子均歸消滅。

卵既受精並不休眠，立即萌發而成若干之細胞，此若干之細胞下，則分化成假根，固生於巖石之上，上則分化成扁葉體，而馬尾藻之形乃漸備。

馬尾藻之減數分裂。馬尾藻精卵結合之後，其染色體之數，自成倍數，此倍數之染色體，至作雌雄游接子時，始行減數分裂，故就此點而論：其扁葉體之藻體，則屬芽胞體 Sporophyte generation，因其具倍數

之染色體 Diploid chromosomes；而精卵則屬配偶體 Game tophyte generation, 以其具單數之染色體 Haploid chromosomes 也。

(G) 紅藻類 Rhodophyceae

紅藻不及褐藻之大，而組織及繁殖之複雜則過之，有種三千，多生於熱帶之海中，其體中除葉綠素外，尚有紅色素 Phycoerythrin，故其體呈紅色，稱爲紅藻。此藻雖屬水中之植物，而繁殖之細胞，無纖毛以司游泳，斯亦奇矣！

紅藻繁殖之法，至爲複雜，今擇一較簡單者，與一複雜者，各備一例。紅藻似亦發源於蟲菌藻類，然與綠藻之相距更遠，稱之爲藻綱中極特殊之類可也。

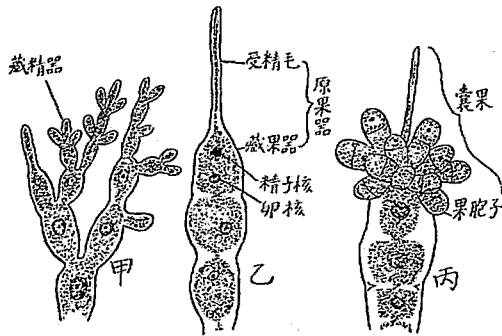
例一 海索麵 Nematium

海索麵乃一簡單之紅藻，其藻體亦具共生性，其繁殖法在紅藻中，比較單簡，述之以備一例。

藏精器 Antheridia。海索麵之藏精器叢生於小枝之頂端，如第八十三圖甲，此藏精器中初本爲一核，後分爲二，遂成二核；故就生理上言之，海索麵之藏精器中實有精子二枚，以其有二核也，而就其外形觀之，仍爲一枚。此種精子無纖毛，乃藉水流以達雌器

之上。

原果器。 海索麵之雌繁殖器官，又名原果器 Procarp, 原果器分二部，見八十三圖乙，上部形如毛



第八十三圖

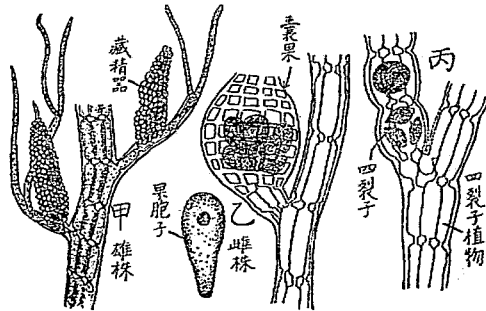
，曰受精毛 *Trichogyne*; 下部則曰藏果器 *Carpogonium*。受精毛為紅藻之特殊組織；藏果器則與其他真藻中之藏卵器相似，所異者藏果器中無顯明之卵，只有卵核而已，如八十三圖乙所示之藏果器，則有精卵之核各一。

囊果。 原果器中之卵核，與由受精毛進入之精核一枚接合後，藏果器中遂產若干之果孢子 *Carpospore*。

因叙述之便，常總稱受精毛，藏果器，果孢子爲囊果 Cystocarp，見八十三圖丙。此雖名爲囊果，然與紅藻中一般之囊果，稍有區別，讀第二例即有所比較矣。囊果中果孢子萌發，即產雌雄之藻體，而完成其繁殖之循環。

例二 多筒藻 Polysiphonia

多筒藻爲若干之小筒形細胞所組成，如八十四圖甲

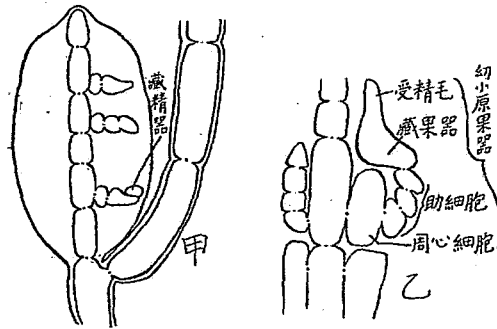


第八十四圖

，故名。其繁殖之法雖極複雜，然可代表一般之紅藻；此藻有植物三種，曰雄植物，雌植物，及四裂子植物。三者，二屬於有性，一屬無性，兩類交替而生。

遂稱世代之交替，分述於下：

雄株。多筒藻之雄植物，是為雄株。雄株之上，有藏精器若干叢生；見八十四圖甲，其產生乃於藻絲中軸細胞之上，生側細胞，再將此側細胞分化之，成藏精器，如第八十五圖甲。八十四圖甲所示之藏精器



第八十五圖

叢、即如此產生者。此類精子，僅一核，並不再行分裂，亦不將其原形液作成定形之精子，故每枚藏精器，生理上實一精子也，此類藏精器，遂又有精子體 *Spermatium* 之稱。

雌株。多筒藻之雌植物，是為雌株。雌株之上，

則產原果器；故又名原果器植物。此原果器於受精毛及藏果器之外，尚有助細胞 *auxiliary cell* 及周心細胞 *Pericentral cell* 兩種，如八十五圖乙。

精子體若至受精毛之上，即突破之而至藏果器中，與卵核結合，此接合之核，即分生成若干之核，經助細胞而至周心細胞中；同時助細胞及周心細胞均失其組織，而成一大室，室中又產若干之小突起，而上述由分生而產之若干核，即分布於此小突起中，再事分裂。小突起生小芽，芽中各得核一枚，遂產六十餘枚之果孢子。如八十四圖乙，即囊果中之生果孢子也。

四裂子植物。果孢子萌發則產無性之四裂子植物 *Tetrasporic plant*，而於其中產四裂子，如八十四圖丙。此四裂子之一萌發，則產有性之雌雄植物，而完成其繁殖之循環焉。

論多筒藻之世代交替。就多筒藻之繁殖而言，則有明確之有性植物，與無性植物二種；兩者循環而生，是爲世代之交替 *Alternation of Generation*。世代交替在胚胎植物中，乃一極普通之現象，在扁葉體植物中，多筒藻可稱爲具明確之世代交替者矣。

當受精之時，染色體必成倍數，故有減數分裂。多筒藻之有性植物有染色體二十，受精後則成爲四十，此四十枚之染色體，於作四裂子時，卽仍返爲二十。是以無性之四裂子植物，具倍數之染色體，可稱之爲芽胞體 Sporophyte；而有性之雌雄株，有單數之染色體，則稱之爲配偶體 Gametophyte。就世代交替及有性與無性兩種植物而言，紅藻在扁葉體植物中，爲最似胚胎植物者。

第四章 真菌綱 Eumycetes

真菌之特點。 真菌因乏葉綠素，自不能作食物以自給，每賴其他植物以爲生，遂名寄生。其寄生於已死之植物上者，曰死物寄生 Saprophyte，其寄生於有生機之植物上者，直曰寄生 Parasite，其被寄生之物，則曰宿主 Host。

真菌之組織及其發育之狀，與真藻類有極相似之點；其不同之處，其爲葉綠素之有無乎？

真菌因組織薄弱，又不須日光以作食物，故常生於陰濕之地，然其分布於世面，或屬普遍，或限一隅，則視種類而各異，約計世間已定名之真菌，可六萬

種。

菌體之組織。 菌體小者，不過一細胞，大者重二三十斤，其組織乃無數之菌絲 Hypha (多數 Hyphae) 所組成，其所組成之體曰菌組織 Mycelium，菌之組織或硬或軟，則視菌絲之稀密若何而定。菌絲或屬多細胞頭尾相連所組成，或屬一長筒而無橫膜，然均有組織明顯之核。

真菌之分類。 真菌因組織及繁殖之法而分為菌藻目，及菌狀菌目。

I 菌藻目 Siphonomycetes

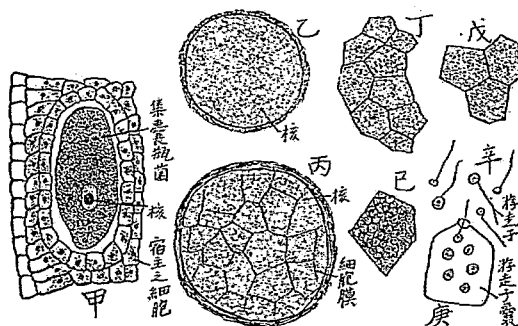
真菌之屬於此目者，其組織與繁殖之法，與真藻極相似，故稱曰菌藻，其菌絲除繁殖之時，則永為一厚膜之長筒而無橫膜。

繁殖之法分有性及無性兩種：有性者則由卵及精子而作接合子；無性者則產游走子囊，而生游走子。真菌之屬於此目者凡三類，曰原生菌類，卵菌類，接合菌類。

(A) 原生菌類 Archimycetae

原生菌約三百五十種，爲最下等之真菌。性寄生，其菌體不過一細胞，而無菌絲之組織，今舉集囊瓶菌 *Synchytrium* 以代表此類之組織及繁殖之法。

集囊瓶菌之無性繁殖。此菌無有性繁殖，其無性繁殖如八十六圖：初此菌之游走子常穿過宿主之氣孔而至葉肉，頗微小，其後漸藉宿主之力長大，有大核一，其體幾充滿葉肉層，如八十六圖甲。



第八十六圖

此細胞中之大核經多次之分裂，遂產若干核如八十六圖乙；此若干核各成細胞一枚，如八十六圖丙丁；如圖丁者，每細胞中只有核一枚，而此一枚之核更能

分裂成若干之核，如八十六圖戊；此若干之核，即各成游走子一枚，如圖己辛；其產游走子之細胞，則曰游走子囊，如圖庚；游走子有纖毛一，當成熟出宿主之時，即能侵入葉之氣孔，而完成其繁殖之循環。

(B) 卵菌類 Oomycetae

卵菌有極明顯之菌絲。其繁殖之法，有性者則由藏卵器中所產之卵，與藏精器中所產之精子接合，而生接合子；無性者，則或由分生子柄 Conidiophore，產分生子 Conidia，或由游走子囊，產游走子。茲舉例二以代表此類之組織及其繁殖之法。

例一 水黴 Saprolegnia

積水池中，水不流通者，每生水黴，其菌絲乃一無橫膜之長筒，而具多數之核，此組織與真藻中之無節藻大相類似。此菌因常生於已死之昆蟲體上，故曰死物寄生，然有時亦能寄生於小活魚及魚卵之上，故亦可名爲寄生。

真菌中：有只能寄生者；有只能死物寄生者；有本爲寄生而有時能死物寄生；有本爲死物寄生而有時能寄生；因敘述之便，遂有純寄生 Obligate parasite，純

死物寄生 Obligate saprophyte, 暫時寄生 facultative parasite, 暫時死物寄生 Facultative saprophyte 之名稱。

如水黴者，可稱為暫時寄生。

水黴之無性繁殖。水黴之菌絲，雖屬一無橫膜之長筒，然於無性繁殖之時，則將菌絲之頂端漲大，如八十七圖甲，而生一橫膜，與無橫膜之長筒，相間成一遊走子囊，而於其中生若干之遊走子。

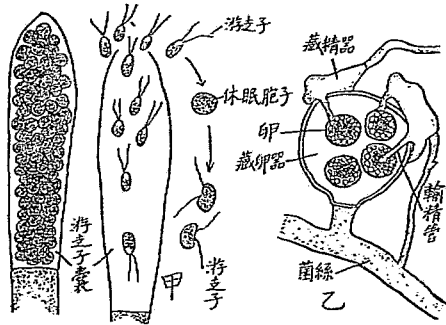
遊走子成熟則破囊而出，泳於水中，此種遊走子無細胞膜，其纖毛二枚生於體之頂端，稍事游泳，成一厚膜之休眠孢子，休眠孢子萌發，則成一側生二纖毛遊走子，如八十七圖甲，若遇相當之宿主或可附着之物，即生菌絲而完成其循環之繁殖。

水黴之有性繁殖。於菌絲之頂端，生圓形之藏卵器，而產卵數枚；藏精器或與藏卵器同在一菌絲之上，或在另一菌絲之上，皆成筒形，而產精子數枚，如八十七圖乙。

精卵成熟之際，藏精器生接合管數枚，突破藏卵器，使精卵得以接合，而產厚膜之接合子。此接合子於適宜環境之下，則直接生菌絲，而繁殖其種。

水黴在植物界之地位。水黴之組織及其繁殖之法

，與無節藻完全相像，試將第八十七圖之水黴，與七



第八十七圖

十二三兩圖無節藻相較：則二者實大同而小異；蓋兩者之體均屬一無橫膜之長筒，而於其中生核若干，其藏精器藏卵器與游走子囊之組織及發育之象，兩者完全如一也。

其異者，則水黴之游走子囊中，產游走子若干，而無節藻之游走子囊中產大游走子一枚；然而無節藻之游走子乃若干之雙纖毛游走子集合而成，故就形態言雖稍異，而就生理言，實相同也。

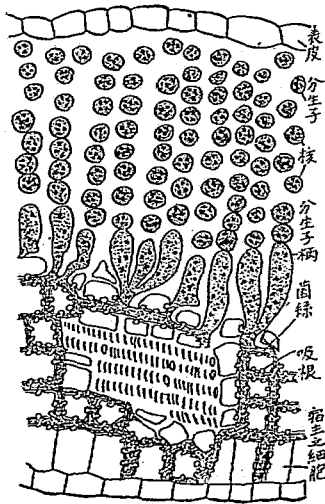
至若無節藻之有葉綠體，而水黴則無之，乃二者真不同之點，此亦一所以為菌，一所以為藻也。兩者之不同祇在葉綠體之有無，然則水黴者消失葉綠體之無

節藻乎？不然，水黴與無節藻根本極相似，則爲一明顯之事實也，故論者以菌乃出於藻；是故水黴與討論植物之自然分類，實有莫大之供獻焉。

例二 白銹菌 *Albugo*

白銹菌常寄生於十字花科植物，其菌絲亦爲無橫膜之長筒，筒中具核若干，菌絲蜿蜒於宿主之氣道間，生吸根 *Haustoria* 若干，伸入宿主之細胞內，如八十七圖，以吸取宿主之養料。其繁殖之法，與水黴大同小異。

白銹菌之無性繁殖。白銹菌之菌絲充滿宿主時，即於表皮下之菌絲上，生無數之分生子柄 *Conidiophore*，而於其上產分生子 *Conidia* 一串，如八十八圖，分生



第八十八圖

子既衆多，終必致表皮破裂，而飛揚於空中。

此種分生子各有核若干枚，若其所落之宿主上，有水附着，則每核一枚：產二纖毛游走子一枚。此游走子即能產菌絲，侵入宿主內，而完成其無性繁殖。

白銹菌之有性繁殖。此菌之藏卵器藏精器組織與水黴大致相似，亦各有多數之核；異者，則藏卵器只有位於中央之核預備受精，而藏精器中只有一精核，由接合管至藏卵器中以備接合；是以白銹菌之藏卵器與藏精器中，雖有核若干枚，而任接合者則各僅一枚。此接合子休眠後，或直接成菌絲，或成游走子後再成菌絲，而後入宿主，則隨其環境而定。

白銹菌之結論。白銹菌就習性而言，已成氣生植物，較水黴之生於水者，似較進化；其卵精各僅一核結實，視水黴之若干精卵核均結實者，亦覺高貴，就進化而論，白銹菌自較水黴進化爲高也。

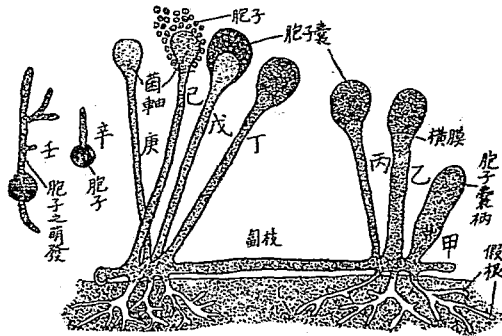
(C) 接合菌類 *Zygomycetae*

接合菌屬菌藻區，菌絲自爲一長筒而無橫膜；然其菌絲當衰老之際，每有橫膜之產生，此點於進化上頗有價值，當於後補述之。

此菌雖具有性繁殖，然無明顯之兩性繁殖器官，其無性繁殖或作分生子，或生孢子，則視種類而定。接合菌均屬氣生，故無游走子，吾人常見之黴即此種菌也。

例一 黴菌 Rhizopus

天氣溫濕之際，麵食上常生白黴，取置顯微鏡下觀之，則知其為無數之菌絲所織成。觀第八十九圖，知



第八十九圖

黴菌之菌絲可大別為三種，其視若根狀之菌絲，司固生及吸取之職者，曰假根；其與食物平行而生者，曰匍枝 Stolon,所以產生新個體者，黴之發生極速，即賴

有此也；蓋其孢子一旦得立足之所，隨即利用此匍枝以擴大其地盤；次則爲直立之菌絲，於其頂端生孢子囊，是爲無性繁殖。

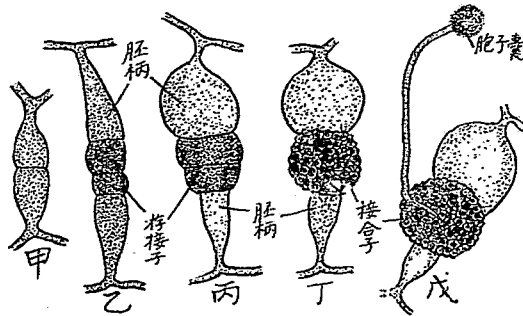
微之無性繁殖。觀八十九圖其直立之菌絲，當作孢子囊時，每於其菌絲之頂端，稍稍漲大；而同時多量之原形液亦全集於此，位於其下之菌絲原形液自較淡，常稱之爲孢子囊柄 Sporangiphore。

孢子囊柄與上部，終必產生一橫膜以間斷之，此膜當上部漸漸長大之際，亦隨之而長大，遂成球狀曰菌軸；菌軸之外則爲孢子囊，孢子囊當成熟之際，其中所儲之多量濃厚原形液，遂分裂而成無數之孢子。此孢子初爲白色，後漸轉黑，而破孢子囊散布於空氣中。。

孢子既散，則孢子囊即歸消滅，而直立之菌絲上所保留者，即此球狀之菌軸。孢子若遇適宜之環境，立即萌發，而產菌絲。菌絲得立足之所，立即利用匍枝而佔最大之面積，以完成其無性繁殖。

此類孢子每能保持其生機至若干年之久，故其所產孢子充乎天地之間，刻刻俟機而動，遂成世界最普遍之物。

黴之有性繁殖。試觀第九十圖，當黴發生有性繁



第九十圖

殖之時，其兩菌絲之頂端一旦相遇，則漲大而成胚柄 Suspensor，如九十圖甲。胚柄相接，則各將其頂端間開成一室，是為游接子，如圖乙；此二游接子形態上雖相似，生理上則各代表其雄雌之性。游接子隨胚柄漸長大，終必接合而成一接合子，如圖丁。

此游接子萌發，則產一菌絲如九十圖戊，而於其上生孢子囊，以產孢子，則由有性之繁殖而轉入無性繁殖矣。

結合子產生之研究。黴之無性繁殖，雖極常見，而有性繁殖則頗不易得，其解說：大概黴菌之體力相

等者，不能作有性繁殖，體力相異者乃能作有性繁殖。

今若以加減代表兩種之徽，則加與加遇或減與減遇，均不能作接合子，必加與減遇方能生接合子；是以某地之徽若均屬加或均屬減則永不能生接合子；若兩者並存，乃有接合子之產生焉。

接合子所產之無性孢子，恒加減參半，故某地一旦有接合子發生，則必有兩種菌絲，自能再產接合子。是故無接合子之地，欲有之，其最簡單之法，則由外移植接合子，俾萌發而產無性孢子，其後自有接合子之產生也。

(D) 菌藻目中各菌彼此之關係

此目中最初討論之集囊瓶菌，既無菌絲又無有性繁殖，自屬最簡單之組織。

至若卵菌類有明顯之生殖器官，且其組織及繁殖之狀況與無節藻相似，因此使吾人信藻菌之同出於一源也。

卵菌類中水黴生於水，白銹菌則為氣生，正副合由水入氣律之進化說；又白銹菌由多數之卵核精核中各

釋其一而成一接合子，水黴則其所有之精核與卵核均能成接合子，此均足以證明白銹菌較水黴爲更進化也。

接合菌完全屬於氣生，自屬較高之菌類，再就吾人已討論之點觀之，此菌之菌絲至老境則其長筒每生橫膜，大似菌狀菌目之菌絲，故以之連貫此二目，實一最佳之事實也。

II 菌狀菌目 *Mycomycetes*

菌之屬於此目者，其菌絲雖爲質薄弱，然有橫膜；換言之，即多數之薄膜細胞頭尾相接而組成。其菌體之組織及繁殖之法，均較菌藻目繁雜。真菌之屬於此目者極夥，可大別爲三類，曰八裂子菌類，擔子菌類，及不完全菌類。

(A) 八裂子菌類 *Ascomycetae*

八裂子菌生孢子八枚於一子囊中，故其孢子稱曰八裂子 *Ascospore*。八裂子所寓之子囊，則稱八裂子囊 *Ascus* (多數 *Asci*)。

其菌絲頗形發達，一細胞之中或具一核，或具數核，其繁殖之法與紅藻類有極相似之點，故菌藻同源之

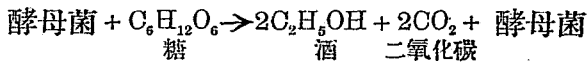
說，因之更覺確定。菌之屬於此類者，或爲寄生，或爲死物寄生，約萬五千餘種，因組織及繁殖法之不同，一類中又分作三次類：

(1) 硬殼菌次類 *Plectomycetae*

硬殼菌，因其子囊生於一硬殼內而得名。其菌體乃爲若干菌絲所組成，然無確定之組織。繁殖法或由分生子柄產分生子，或產八裂子於八裂子囊之中。

例一 酵母菌 *Saccharomyces*

酵母菌之工作。 酵母菌爲吾人日用所需之物，以其能在糖汁中發酵而產酒與二氧化碳，二者皆極有用物也，其變化之方程式如下：



觀上述方程式，知吾人所釀之酒，即從此出；而二氧化碳則爲作蒸食所必需，俗所稱麪起即此物也；蓋其於發酵之時，出多量之二氧化碳，此種氣體既不能逸出麪外，遂使麪腫起，而同時所產少量之酒，則於蒸熟時逸去。

造酒之程序，與作蒸食完全相同，所異者，則爲保留其酒，而使二氧化碳逸去。故同屬一作用，常就所

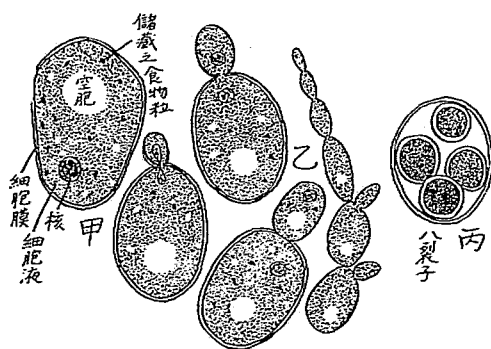
需之不同，然後定其何種出品之保留也。酒產量之類別，則視所用酵母菌之種類而定：歐洲大陸所用之菌，稱底酵母菌 Bottom yeast 者，產酒之量較少；而英人所用面酵母菌 Top yeast 產酒之量則較多；其他各種之酒各有其特殊之菌。

發酵之解釋。 酵母菌之能發酵，初以為必酵母菌之原形質具此特殊之能力，其後經德人研究之結果，知發酵乃原於酵母菌所產之酵素 Zymase；更有可注意者，此酵素雖將十萬倍於其體之糖變作酒，而其量及能力並不少減；是以酵素之為用，正如化學上所用之觸媒（或稱接觸劑 Catalytic agent）。

酵母菌之組織。 酵母菌為一細胞植物，或圓形，或卵形，每頭尾相連而成一臨時之鏈形羣集，如第九十一圖乙；其細胞之組織則如九十一圖甲，細胞膜中細胞液內有核一枚，空胞一枚，及若干之儲藏食物粒混懸於其中，空胞與儲藏食物粒，即有生機之際亦能窺見，核則非經特別染色，不能見也。

酵母菌之繁殖。 酵母菌生長於糖汁中者，若置於適宜溫度之下（攝氏二十五度至三十度之間），每籍出芽 Bud 而繁殖其體。其出芽之法，則將細胞膜之一部

突出體外；同時核亦分裂爲二，分裂既畢，芽亦漸長大，遂生一新個體，如九十一圖乙。此新生個體，每



第九十一圖

與母體暫時相連，遂成鏈形之羣集。酵母菌之出芽於適宜溫度之下，進行極速，故少數之個體，瞬息可成無量數也。

幼壯之酵母菌，生長於適宜溫度之下者，若缺少食料，每將其核裂而爲四或八份，而成四枚或八枚之孢子，如九十一圖丙；母細胞破裂則成四枚或八枚之八裂子，此酵母菌之屬於八裂子菌類也。

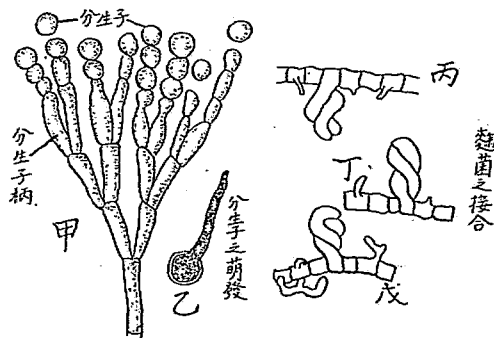
酵母菌在菌中之地位。 酵母菌無菌絲，其八裂子

之發生只限於特殊環境之下，孢子雖有八枚，然普通則爲四枚，故學者每以此不足斷定其必屬於八裂子菌；雖然，植物之分類不過爲學者研究之便，非天經地義而不可移者，今姑置於此，以俟異日之研究焉。

例二 麴菌 *Penicillium*

本菌爲極常見之菌，鮮果上最易發生，初白色，後即轉爲藍綠色，因能作醬，故亦有用之菌類也。

麴菌繁殖之法。其最普通者，乃於菌絲之頂端，生分生子柄而產分生子，如九十二圖甲；此類分生子



第九十二圖

生產既衆，且於適宜環境之下，立即萌發而生菌絲，

如圖乙；此菌絲若得相當食料，則又產分生子，如此循環而廣殖其種。

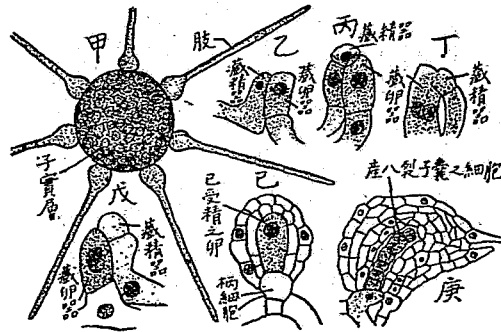
麴菌有時亦作有性繁殖，其法乃以菌絲一條作藏精器，以另一菌絲作藏卵器，二者互相盤繞，如九十二圖丙。二絲既相絞終必合而為一，俾其中之原形液相混而產八裂子囊若干，各具八裂子八枚；其環繞之菌絲，同時亦互相包合而成一子實層 *Perithecium*，此子實層乃一硬殼之組織，故麴菌者，真正之硬殼菌也。

例三 粉黴 *Phyllactinia*

粉黴之無性繁殖。粉黴寄生於高等植物，其菌絲雖生於宿主表皮上，然其由菌絲所生之吸根，則能突破宿主之表皮至內部組織，以吸取其養料。菌絲長成，乃生無數之直立分生子柄，而各產分生子若干。此無量數之分生子，每使其宿主表皮上若有粉一層，故名粉黴。此類分生子能立即萌發，而生菌絲，以侵入第二宿主。其分生子既衆而繁殖又速，故頗足為害。

粉黴之有性繁殖。產分生子後，即產有性之子實層；其產生之法，如第九十三圖；先是菌絲二條，小者作藏精器，大者作藏卵器，如九十三圖乙；二者既

相遇，其藏精器中之核即至藏卵器中，如圖丁；卵核既受精，其細胞亦漸長大，如圖己；此受精之細胞，即產八裂子囊，而於其中生八裂子，繞之而生之菌絲則成子實層，如九十三圖甲。



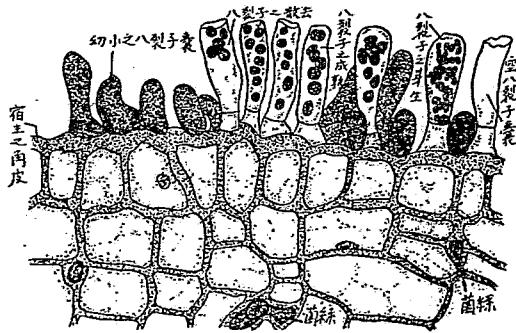
第九十三圖

粉菌之子實層成熟時為黑色，粒粒可見，其上且生各種之肢，肢形之繁簡，則隨其種而異，分類學者，每以之定其種云。

例四 外子囊菌 *Exoascus*

本菌亦屬寄生菌類，其菌絲常深入宿主內，如第九十四圖，而於宿主表皮之上，生若干之八裂子囊，於

其中生八裂子。其八裂子囊中有多數之孢子者，則因八裂子於出囊之先，由芽生 Budding 之法，成多數孢子。



第九十四圖

硬殼菌次類之結論

就上四例觀之，酵母菌僅因有八裂子之組織而列入八裂子菌類，此外既無菌絲又缺子實層，自爲八裂子菌之最下等者，遂暫列於八裂子菌類之首。

麴菌有菌絲及子實層，自屬真正之硬殼菌；粉黴，外子囊菌兩者相較，前者菌絲只生於宿主之表皮；後者則深入宿主內，按由表皮深入宿主體內律之進化說

則後者自較爲進化，以其組織完備更適於生存也。

(2) 盤狀菌次類 *Discomycetae*

盤狀菌者，以其子囊產生之組織爲狀如盤也。此盤狀組織又名裸子器 *Apothecium*，裸子器每分作三層，曰子囊層 *Hymenium*，子囊中層 *Subhymenium*，子囊下層 *Hypothecium*。

子囊層爲子囊與側絲 *Paraphyses* 本體所合成，即盤面也；子囊中層爲子囊與側絲策源之層，位於子囊層及子囊下層之間；子囊下層乃菌絲所織成，位於子囊中層之外，即盤底也。

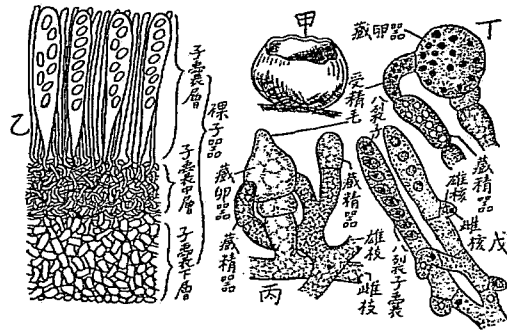
盤狀菌亦有形似杯者，如茶碗茸菌。

例一 茶碗茸菌 *Peziza*

本菌形如茶碗，觀九十五圖甲，即知盤面爲鮮紅色，盤底深褐色，極易引人注目，常生於林中陰濕地之腐木上。其裸子器之組織如九十五圖乙，分子囊層，子囊中層及子囊下層。

茶碗茸菌之有性繁殖。其有性繁殖已十分明瞭；其同類之菌（即 *Pyronema*）更覺明顯，今述之以作代表。此菌在有性繁殖，生藏精器於雄枝之上，生藏卵器於雌枝，其組織如九十五圖丙；藏卵器上部成熟之

際，則分化而爲受精毛，以與藏精器相接合，如九十五圖丁；藏精器既與受精毛相接，其中之精核，即因



第九十五圖

之達於藏卵器。

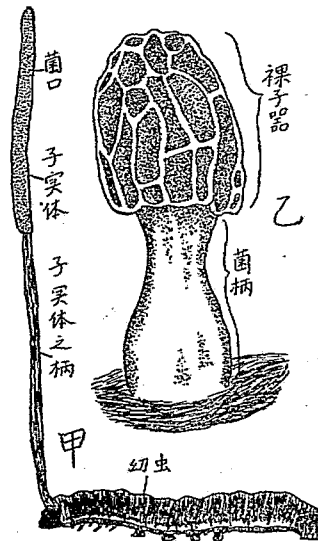
藏卵器得精核後，不立即相混，乃於藏卵器上生若干之小芽，而使精核與卵核成對移入；然後相合產八裂子囊，而生八裂子，如九十五圖戊。此若干之八裂子囊與若干之側絲，即合成九十五圖乙所示之子囊層。

茶菌與紅藻之關係。 今若以九十五圖丙與八十五圖乙相較，則茶菌之藏卵器與紅藻極相似，且均有受精毛。吾人前言水黴似無節藻，茶菌又似紅藻，此皆

證明菌出於藻，或屬同出一源之事實也。

例二 羊肚菌 *Morchella*

羊肚菌爲日常食用之品，味極鮮美。其菌體之組織極嫩，上有頭，頭爲凸凹不平之組織，即菌之裸子器也；頭下有柄短而肥，是爲菌柄，下生於地，如九十六圖乙。



第九十六圖

(3) 焦炭菌次類 *Pyrenomycetae*

焦炭菌與硬殼菌，雖均有子實層，然硬殼菌之子實層組織單簡，焦炭菌則較複雜；以其若干之子實層聚生於一子實體中，而每枚之子實層，且有一固定之口，稱爲菌口 *Ostiole*。茲舉二例以明其組織及發育之狀況。

例一 冬蟲夏草 *Cordyceps*

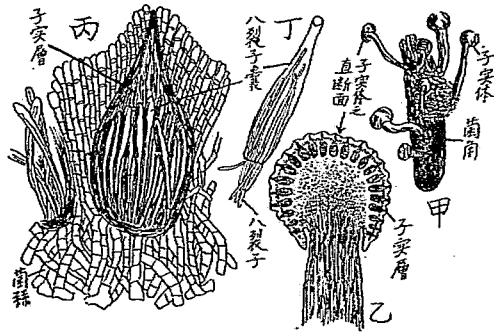
觀第九十六圖甲，幼蟲之頭上出一長柄，柄之上部稍稍漲大，此漲大體即子實體 *Stroma* 也；其上有多數之小口即爲菌口；菌口內自爲子實層，而產生若干之八裂子囊者；故子實體乃子實層之集合體也。焦炭菌之子實體及其柄，內外皆爲黑色如焦炭，故名。

此菌常寄生於昆蟲體內，蟲死則由蟲之頭部生有柄之子實體，故有蟲草之稱，舊俗常以之爲補品，大藥舖中有售之者。

例二 麥角病菌 *Claviceps*

麥菌發育之狀。本菌乃寄生於麥穗上之一種菌類，其八裂子於夏初侵入麥花子房之內，即生長於其中，菌絲密布而產多量之分生子。此種分生子因有蜜汁附着，遂能引誘昆蟲，而代其遠播於他麥之上。

麥角之組織。 麥菌產生分生子後，麥之子房中養料必盡被此菌吸去，遂以之產生菌角 Sclerotium, 而突出於麥穗之外，因其形如角，遂有麥角之稱。此菌角色黑如焦炭，麥成熟，則彼亦落於地上。翌年春開，每菌角一枚，生有柄之球狀子實體若干，如九十七圖



第九十七圖

甲。若將此球狀之子實體直切成薄片，置顯微鏡下觀之，則如九十七圖乙，有子實層若干生於其中；此子實層中則產八裂子囊若干，如圖丙；每枚之八裂子囊，生八裂子八枚，如圖丁。八裂子藉風之力，再至麥花之上，而完成其循環之繁殖。

麥角病菌之用途。 本菌因寄生於麥上，其消化澱

粉之力極強，日人取其汁作成助消化之藥，曰Takod-
iastus 消力頗廣。有害之菌一變而為良藥，故凡一草
一木，苟吾人研究有素，未嘗不可轉害為利也

(4) 八裂子菌類之結論

八裂子菌就上述三次類觀之：硬殼菌之八裂子囊只
生於子實層中，此外並無其他之保護組織；盤狀菌則
其八裂子囊傍有側絲，外更有菌絲所組成之子囊中層
及子囊下層，以司保護；至焦炭菌則八裂子囊生於堅
硬子實體中之子實層，其保護之嚴密，實臻十分完善
；故就此三次類而論，誠能使吾人信進化之說為不虛
，蓋其求適存之道，愈上進則愈顯明也。

(B) 擔子菌類, Basidiomycetae

擔子菌為數與八裂子相若。或寄生或死物寄生。其
菌絲為多數細胞頭尾相接而成，且常分枝，菌體組織
較八裂子菌複雜。

繁殖之法，則藉產生於擔子細胞 Basidium (多數
Basidia) 上之擔子孢子 Basidiospore。擔子既為此菌之特
殊組織，故名擔子菌。擔子細胞當其發育之際，有一
時期極似八裂子囊，故論者每以此為擔子菌發源於八

裂子菌之暗示。

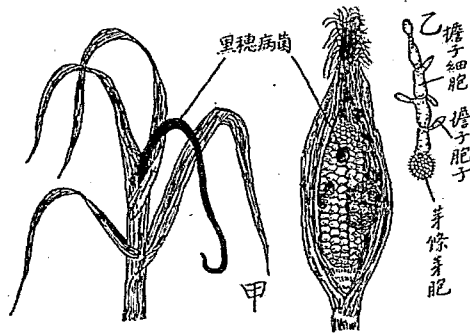
擔子菌因組織之繁簡，分原生擔子菌及自生擔子菌。

(1) 原生擔子菌次類 Protobasidiomycetae

菌之屬於此次類者，均為寄生。其擔子細胞常分作四枚，各產擔子孢子一枚，舉二例於下：

例一 黑穗病菌 *Ustilago*

黑穗病菌常生於玉蜀黍及麥上，成黑穗或成黑塊，如第九十八圖甲。當此黑塊破裂之時，其中無數之黑



第九十八圖

色芽條芽胞 *Chlamydospore*，即飛散於田中。此類孢子

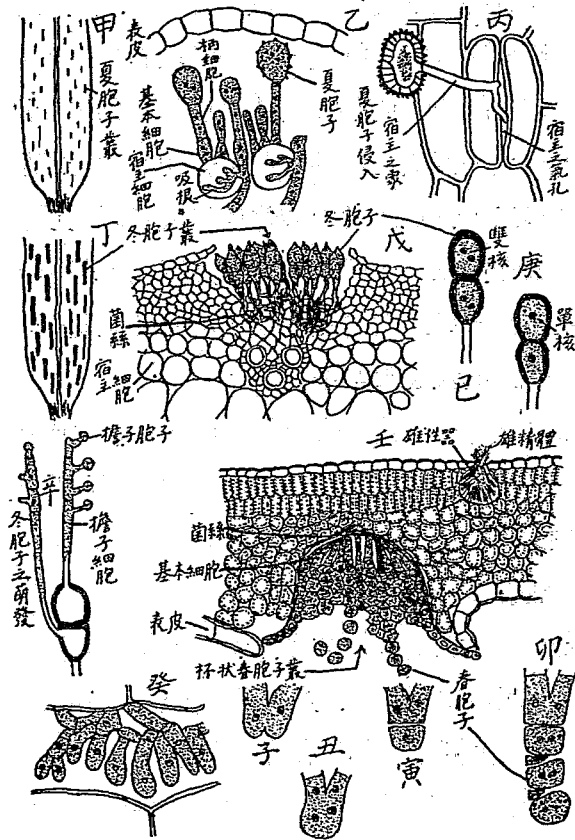
具厚膜，能經冬不壞，翌年春煖則萌發而產菌絲一條。此菌絲初本爲一細胞，後生橫膜而斷爲四擔子細胞，各產孢子一枚，如九十八圖乙。

擔子孢子若被風吹至宿主之上，即產菌絲而侵入宿主內部。宿主之被病者，初雖不顯若何病態，然內部則被菌絲所充滿，及至養料盡被奪取，菌絲長大，宿主被病之區，亦隨而長大。菌絲成熟，則斷爲無量數芽條芽胞。其集合體或爲黑穗，或爲黑塊，復如九十八圖甲矣。

例二 麥銹菌 *Puccinia*

麥銹菌之繁殖狀況，至爲複雜，爲害亦烈，茲按其發育之次序，分述如下：

夏孢子。夏日麥田中，麥之葉莖上有時生紅條若干，遠望之如鐵之生銹，故有麥銹之稱。若取其葉細查之，則葉上有赤褐色之小條，是爲夏孢子叢 *Uredosorus* (多數 *Uredosori*)，如第九十九圖甲。若將此葉橫切之成薄片，置顯微鏡下，則見赤褐色之小道中，乃含若干之銹色孢子，是名夏孢子 *Uredospore*，如九十九圖乙。



第九十九圖

先是銹菌之雙核春孢子落至麥上，萌發而生菌絲。此菌絲穿過麥之氣孔至麥葉表皮之下，蜿蜒於葉綠層中，生吸根突入宿主細胞內，以吸取養料。生長既茂，則於宿主細胞上產雙核之基本細胞，然後在基本細胞上，再生一直立之菌絲。此菌絲初本為一細胞，其後分裂為二，位於上者則分化成厚膜多刺之雙核夏孢子，下者作雙核之菌柄，如九十九圖乙。基本細胞每能產生第二次第三次之夏孢子，終必使夏孢子叢破裂，夏孢子隨風飄揚於空中。

成熟之夏孢子，被風吹至其生產之本宿主或另一宿主，當天氣溫濕之際，旬日左右，即能再產生夏孢子數次；因其所產之孢子既多，繁殖又速，故其為害於人亦至烈也。

冬孢子。秋末天氣漸寒，麥之莖葉上其原有之夏孢子叢，或新由夏孢子叢所產之孢子叢 *Sorus*，均成黑色，如九十九圖丁，即所謂冬孢子叢 *Teleutosorus* 也，而於其中生冬孢子 *Teleutospore*。冬孢子之產生，與夏孢子頗相彷彿；所異者由基本細胞產生之直立菌絲，每分裂為三細胞，其位於上之兩細胞分化為二冬孢子，位於下之一細胞則分化為一菌柄，如圖戊

。冬孢子初本爲雙核如圖己，及至成熟則合成單核；如圖庚。

擔子孢子。 冬孢子之膜極厚，可經冬不壞。春煖則此相連之冬孢子一枚或二枚，均產菌絲一條；此菌絲其後分作四細胞，而成四枚之擔子細胞，各產擔子孢子一枚，如九十九圖辛。

春孢子。 銹菌之擔子孢子，若被風吹至小蘗葉上，即萌發而生菌絲；此菌絲侵入小蘗葉之葉綠層，而產杯形之春孢子叢 *Aecidium-cup*，如九十九圖壬，而於其中生若干之春孢子 *Aecidiospore*。

春孢子乃由單核之擔子孢子所產出，本應爲單核；然春孢子於未產生之先，其基本細胞常二枚相合爲一，如九十九圖癸，子，丑，寅，故所產之春孢子自成雙核。此雙核之春孢子若落於麥植物上，則產雙核之夏孢子，而完成其循環之繁殖。

精子。 與春孢子叢同時並存於小蘗葉上者，有瓶形之組織，曰雄性器 *Spermagonium*；其中生雄精體 *Spermatia*，如圖壬。雄精體昔曾以爲與產春孢子有關，後證其絕無關係，姑述之，知有此組織而已。

結論。 麥銹菌爲菌中最複雜之組織，需二宿主方

得完成其循環之繁殖；故凡以之爲患者，只須盡除其旁之小蘗，俾失其第二宿主，則害自除。此學理之研究，而直接有利於農業之一例也。

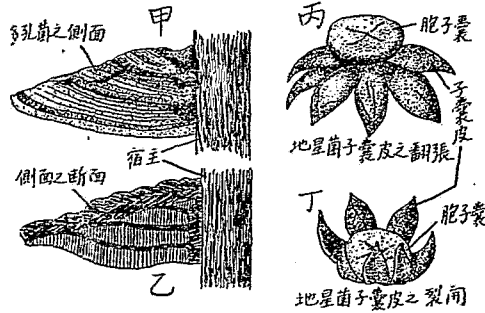
麥銹菌有孢子五種，各有其特殊之任務；爲害則以夏孢子爲最烈。五種孢子中之春孢子，似爲有性組織；蓋其二基本細胞合併成雙核之際，大似精核與卵核之接合也。但當注意者！則此二核並不立即接合，至冬孢子時方行接合，而成單核，故冬孢子可稱爲接合子也。此單核之冬孢子，至作擔子孢子時則分裂成四核，作四枚擔子孢子；故擔子孢子在麥銹菌中，可謂進行減數之分裂也。

(2) 自生擔子菌次類 *Autobasidiomycetae*

菌之屬於此次類者，有較大之菌體。其擔子細胞只一細胞，而於此一細胞之擔子上，生擔子柄 *Sterigma* (多數 *Sterigmata*) 四枚，柄上各產擔子孢子一枚。

例一 多孔菌 *Polyporus*

多孔菌爲寄生於樹木上最普通之菌。其菌體之下面，爲無數小孔，孔中產孢子若干，以之繁殖其種。觀第一百圖甲，乃多孔菌生長於枝幹上之狀也；如圖乙則圖甲之斷面，所以示其多孔之狀也。



第一百圖

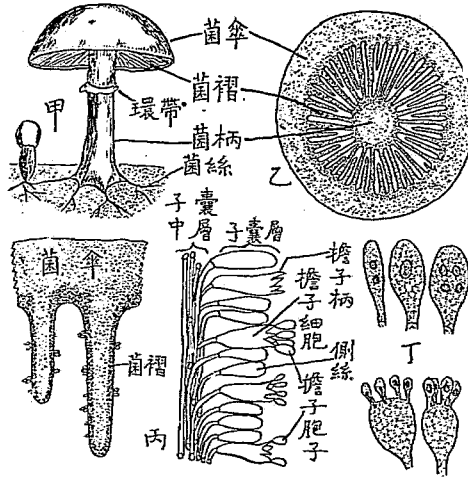
例二 食蕈 *Agaricus*

夏秋之際，雨後一二日，即有食蕈生於庭園陰濕之地；其發生雖驟，然其菌絲之生長於地下，則為時頗久，不過雨後地下水分充足，能促菌體之速長耳。

食蕈之組織。今若有食蕈一枚，如第百零一圖甲：其上部傘狀之組織曰菌傘 *Pileus*；傘下之褶曰菌褶 *Lamellae*，孢子產生之處也；傘下之柄曰菌柄 *Stipe*，任上支者也；柄下之絲，任吸取固生及產新個體之器官也；柄上端有環形之物曰環帶 *Annulus*；菌體幼小時菌傘與菌柄之間，有薄膜一層，以保護菌褶，菌體成熟

傘張開，破裂之薄膜遂留於柄上，而成環帶。

菌傘之組織。 今若將百零一圖甲之菌傘與菌柄成



第一百零一圖

直角切之成薄片，則如圖乙，見菌傘內有菌褶，菌柄包於菌褶中央。

傘與柄均為菌絲所織成，無特殊之組織；菌褶則為孢子產生之處，其組織如圖丙：中為子囊中層，亦菌絲所織成，而產擔子細胞者也；中層之兩旁為子囊層

，乃擔子細胞及側絲之合體；側絲司保護之任，擔子細胞則生擔子柄四枚，各產擔子孢子一枚。

孢子之發育。觀百零一圖丁(孢子發育之略圖)，則知食蕈之菌絲，本爲雙核，及作孢子時遂合而爲一，故可稱爲受精之象。此單核於作擔子孢子時，經二次之分裂，而成四核；同時擔子細胞生四突起，而爲擔子柄，柄之頂端漲大，各得核一枚及細胞液少許，遂產四枚之擔子孢子。擔子孢子雖似爲有性之組織，然缺真正之雌雄器，則極顯著之事實也。

就上述孢子發育之程序觀之，則擔子孢子只有核一枚；由此孢子所產之菌絲，何由而成雙核，常啓學者之爭議，雖有以擔子孢子於萌發之時變成雙核之說，然尙待證實也。再就其核之數目而論，則菌絲與菌體似屬芽胞體，而擔子孢子則屬配偶體，此學者不可不注意者也！

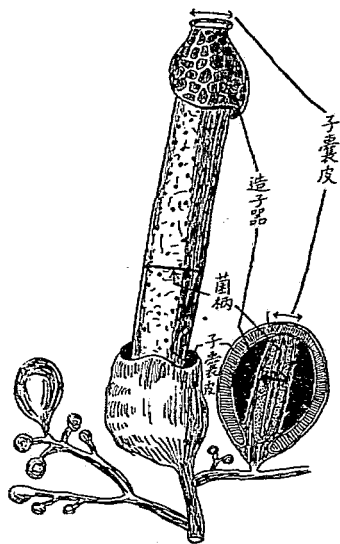
例三 地星菌 Geaster

地星菌生於庭園陰濕之地。其成熟之菌體如第百圖丙丁。當其未成熟時，菌體之全部埋於地下，分孢子囊 Spore case 及子囊皮 Peridium 兩部。菌體成熟，子囊皮初則裂爲數瓣，如百圖丁；其後翻而向下，使胞

子囊高舉於空中，如百圖丙；孢子囊中之孢子遂得以散去。

例四 鼈蕈 Phallus

鼈蕈亦為庭園中見之菌類。其未成熟之菌體，埋於地下時；如去殼之熟雞卵；若剖之(如第百〇二圖)；



第一百零二圖

則分三部：外皮曰子囊皮；中有柱形之物，曰菌柄；

子囊皮與菌柄間之黑塊曰造子器 *Gleba*。

此菌當成熟時，其菌柄遂突破子囊皮而向上延長，俾造子器高舉於空中。此造子器上出一種味如臭肉之黏液，以招昆蟲之奔集；其孢子遂得遠播而繁殖其種焉。

(3) 擔子菌之結論

擔子細胞發育之程序中，有一時期頗似八裂子囊。則擔子菌乃由八裂子菌所演成，自爲一可信之事實；同時其較高於八裂子菌亦甚顯明也。

其他麥銹菌有極複雜之繁殖法；地星菌有能外翻之子囊皮；鼈菌有奇特之造子器；此皆因求適存，而具異妙之組織。故擔子菌者，實真菌中進化最高之菌類也。

(C) 不完全菌類 *Fungi Imperfecti*

凡真菌繁殖之法及組織之不完全明瞭者，即歸於此類。一旦如其應屬於何類，立即取之而去；是故異日菌類研究進步，或盡取之屬於他類，或更立新類，皆意中事耳，不完全菌類者，實一臨時之名稱也。

第五章 地衣綱 Lichen

巖石及樹皮上，常有黃色或藍綠色組織一片附着，雨後色更鮮美，此即地衣綱之地衣也。地衣分布於寒溫熱三帶，有五千餘種。其形或作葉狀 Foliose，或成殼 Crustose，或成枝狀 Fruticose。

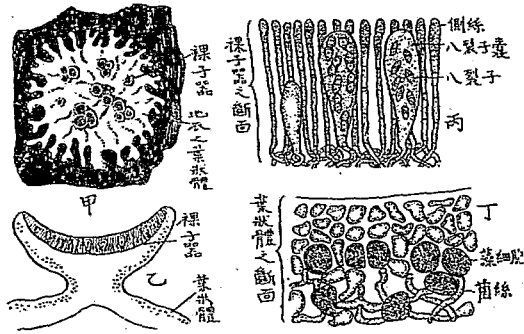
地衣之用途。地衣之生長於寒帶者，高尺許，而叢生若林。瑞典那威及愛爾南之居民，常取之與麪粉相合，以作麵包；其地之畜類亦取之以作食料，遂為日用所需之物。荷南造之石蕊 Litmus，其色素乃取之於地衣；此外藥料中亦有地衣多種。古人云天之生物，必有其用，非虛語也。

若更推及其在自然界之地位：則彼之能生長於巖石上，每使巖石碎亂而成沙粒，此沙泥若與地衣之腐體相混，則成少許之土壤，以供較大植物種子之萌發。循此而進，禿山亦可漸成森林，則地衣與地球上土壤之造成，自有特殊之供獻焉。

何為地衣？地衣直接間接於人類皆甚有益，已如上述，然則何為地衣？必為讀者所欲知，簡言之，地衣者，真菌與真藻之共生體也。

其作成，先由真菌類寄生於綠藻細胞之上，然後產多量之菌絲，將藻體完全包圍。既成此象，則菌絲任保護並供給藻細胞以原料；而藻細胞則由光力合成以產多量之食物以自給，而以所餘供菌絲之用，此之謂共生 Symbiosis；取彼此相依爲命之意。

地衣之繁殖。地衣之體，無論何部，若與母體分離，每能產一新個體；此外則由孢子產新個體。觀第一百零三圖甲，其葉狀體上有碗形之組織若干，名裸子



第一百零三圖

器 Apothecium者，即地衣產生孢子之處；若直斷之如百〇三圖乙丙，其碗形內乃爲八裂子囊與側絲之合體，碗外之組織與葉狀體相似，乃藻細胞與菌絲之合體如百〇三圖丁。

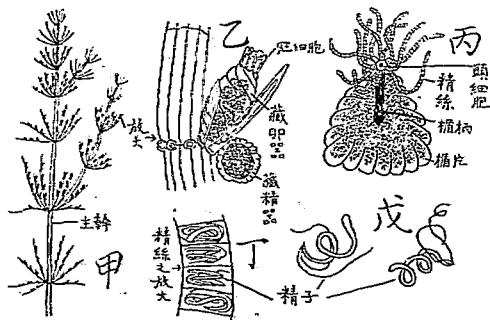
前段所云之八裂子囊中，生八裂子八枚，此八裂子散出囊外，若與相當之藻絲遇，即能產一新個體。是以地衣繁殖之任，在菌不在藻也。

地衣綱在植物界之地位。地衣乃真菌與真藻之合體，其發育自在菌藻之後，而組織亦較菌藻複雜，故置於菌藻後為最宜也。

第六章 輪藻綱 Chara

輪藻叢生於潔淨之水中，池沼之底，大部為其密布。因體中含多量之碳酸鈣 CaCO_3 ，為質頗硬，遂又有名之為石藻者。

輪藻之組織。如觀百零四圖甲，輪藻之主幹分若



第一百零四圖

千節，每節則有小枝一圈，環生如輪，故名輪藻。環生之小枝，若至一定長度即終止延長者，則稱為葉；若延長不已者，則曰枝；故輪藻之枝葉，組織完全相同，惟長短差耳。

輪藻之繁殖。其繁殖完全屬於有性，每於輪生之葉上，生藏精器及藏卵器，如百〇四圖甲乙。藏卵器位於上，其形如瓶；藏精器位於下，作球狀，二者均屬多細胞之組織。當精子成熟時，藏精器作橘紅色，極華美；藏卵器初作綠色，後轉黑色。故輪藻之組織及其繁殖器官，均可供人鑑別其為輪藻也。

輪藻之球狀藏精器，乃楯片 Shield 八枚所合成。若分開之則每片均為三角形，楯片之中心有直立之長柄一枚，如百零四圖丙，是為楯柄 Manubrium。楯柄之頂端有球形細胞一枚，曰頭細胞 Head cell (或稱 capitulum)。頭細胞上又生類似之圓細胞六枚，各有精絲二枚；此類精絲細而長，約有細胞二百枚，每枚中則有精子一枚，如百零四圖丁。此精子之組織與高等植物之精子極相彷彿，如百零四圖戊。

當藏精器破裂之時，每條之精絲均伸長，而精子遂得逸出，約計一枚之藏精器，可得精子二萬也。

輪藻之藏卵器中，只有卵一枚，中儲澱粉及油點若干。初則閉於藏卵器中，至受精之時，藏卵器之冠細胞 Crown cell 即裂開，使精子得以游入。卵既受精，則成一黑色厚膜之休眠孢子，而沈於水底。翌年萌發，則產一新個體而完成其循環之繁殖。

輪藻在植物界之地位。輪藻就其組織及繁殖而言，雖不能列入胚胎植物，然與胚胎植物已極相似；與其他一切葉狀體植物反少相當之聯絡，故使其獨立自成一格，而居於葉狀體植物及胚胎植物之間。是輪藻雖名為藻，實與真正之藻不相關連也。

第七章 無導管綱 *Atracheata*

前六章所論者均屬葉狀體植物 *Thallophyta*，由本章起至第十一章，則分論胚胎植物 *Embryophyta* 之各類。

胚胎植物之特點。胚胎植物與葉狀體植物為植物界之二大類別。胚胎植物之特點，則為有卵生於藏卵器或胚囊之中，卵受精則成一多細胞之胚，故名胚胎植物，有明確之世代交替，其體有根莖葉之分，而最高等者，且有花。

胚胎植物中之各植物，按其組織及繁殖之狀，更分作二綱，曰無導管綱及導管綱。

無導管綱之特點。植物之屬於此綱者，體微小而無導管之組織，故名；無真根只有類似根組織之假根 Rhizoid 以任吸取。其體之組織雖不若高等植物之複雜，然其葉綠體及氣孔之組織，則與有花植物無異也。

此綱植物之配偶體 Gametophyte, 乃一能獨立營生之組織；而芽胞體 Sporophyte 不過寄生於配偶體上。此種現象，與有花植物完全相反，乃本綱一極特殊之象！學者不可不注意者也！

植物之屬於此綱者，大別爲二類，曰苔類，蘚類，昔人統稱爲蘚苔類 Bryophyta。

(A) 苔類 Hepaticae

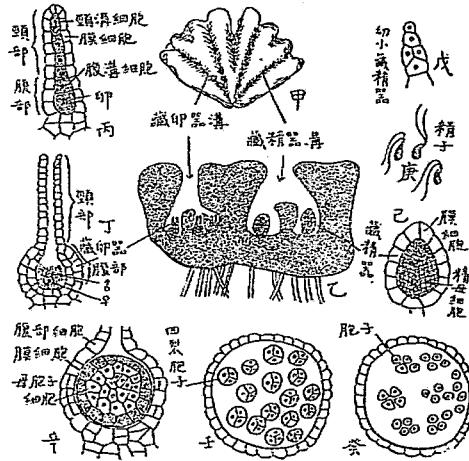
苔植物，有四千餘種，多產於熱帶。其體扁平如葉，厚不過數細胞，其葉狀體之陰面，有假根以司吸取及固生。其繁殖之法，則以孢子；此類孢子，或生於葉狀體中，或生於繁殖器官中，則隨種而定。

苔植物就其組織而言，直可置於葉狀體植物，惟因

其繁殖之器官，與高等植物無異，似宜屬於胚胎植物。總之：苔類既似綠藻，又類高等植物，是故苔類實兩植物中之一過渡組織也。

例一 浮苔 *Riccia*

浮苔或生於水，或生於陸，或水陸並居，要皆具叉生 Dichotomous 性。惟生於陸者，叉形極明顯；生於水者，則如第一百零五圖甲，叉生之性不顯明。



第一百零五圖

配偶體。吾人目能見之浮苔，乃浮苔之配偶體。

此單筒之葉狀體上面，具葉綠體無數，以作食物，故爲綠色；下面黑褐色，生假根司吸取及固生；體上有溝若干條，若將葉狀體切斷之如百零五圖乙，則見溝中有藏卵器及藏精器。

藏卵器所居之溝曰藏卵器溝 Archegonial furrow，藏精器所居之溝曰藏精器溝 Antheridial furrow。今將溝中之藏卵器放大如百零五圖丙：則藏卵器可分爲二部，曰頸部 Neck，曰腹部 Venter，頸部中含細胞若干枚；腹部則只有卵 Egg 及腹溝細胞 Ventral canal cell。

若將藏精器放大如圖己，則有細胞若干，是爲精母細胞 Sperm mother cell。當成熟之際則生雙纖毛之精子無數，如圖庚。此藏精器之組織雖頗複雜，然幼小時則不過數細胞之簡單組織，如圖戊。

浮苔之受精。精卵成熟之際，藏卵器中頸部所含之細胞，與腹溝細胞，均歸消滅，遂使頸部中空，以備藏精器中所產之雙纖毛精子，得以泳入。卵既受精如圖丁，則產一接合子，而完成配偶體之使命。

芽胞體。浮苔受精之卵，初本爲一細胞，後即分裂成若干細胞，是爲母孢子細胞 Spore mother cell，其組織如圖辛。母孢子細胞經二次之分裂，成四裂孢子

Spore tetrad。四裂孢子裂開，遂成普通之孢子四枚，如百零五圖壬癸。

四裂孢子者，浮苔之減數分裂 Reduction division 也；蓋其卵中之染色體 Chromosomes, 因受精而加倍者，以此又得返回原數。減數分裂，在胚胎植物中，為一極普遍之事實，故以後一提四裂孢子，即當聯想其為減數分裂也。

由四裂孢子所產之孢子，一經萌發，則產一浮苔。是乃由芽胞體而又轉入配偶體，而繁殖之循環遂成。

浮苔在植物界中之地位。浮苔之芽胞體，不過一孢子囊，如百零五圖辛，就組織而言，實為無可再簡之組織，論者每以此推想其為高等植物發源之象。

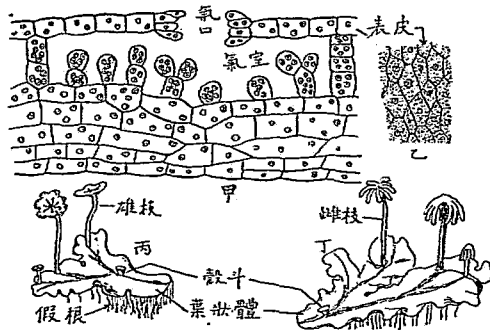
再浮苔之配偶體，或生於水，或生於陸，或水陸並居，此大可證明其習性乃漸由水入陸。果然，則屬一種進化之象也；蓋高等植物為陸生或稱氣生，浮苔之由水入陸，自為由下等植物演成高等植物之象。

配偶體既漸演成氣生，遂有表皮及氣道，限制空氣之自由出入；儲藏空氣於體內，以防蒸發過盛；又生假根，吸取多量之水分以供蒸發；而氣生植物之組織乃漸備矣。總上所云，則浮苔之組織，及其繁殖之象

，大可供人研究葉狀體植物如何而演成胚胎植物也。

例二 地錢 *Marchantia*

配偶體。 地錢爲氣生之苔類，其配偶體亦具叉生性，如第百零六圖丙丁，與浮苔相似；就內部組織而



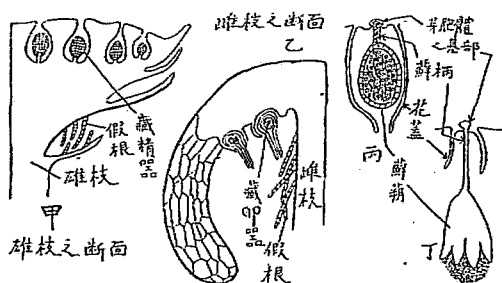
第一百零六圖

言，則較複雜。觀百零六圖甲，乙，知此葉狀體表皮之上，有氣口 Air pore 若干，下通於氣室 Air chamber；氣室之中，則有分枝之細胞若干列；細胞之中，具大葉綠體若干粒，以完成其光力合成作用。

地錢之配偶體有雌雄之分，即所謂雌雄異株植物 Dioecious plant。雄株之上，產雄枝；枝之頂端，有盤

狀之組織。雌株之上，生雌枝；枝之頂端，有傘狀之組織。如百零六圖丙，丁。

若將此雌雄之枝直斷之，如第百零七圖甲乙：則知



第一百零七圖

盤狀組織之中，生藏精器而產精子若干；傘狀組織之下，生藏卵器而產卵若干。

芽胞體。 藏卵器中之卵，一旦受精，即發育而產一有柄之蒴果 Capsule。蒴果之柄，則名蒴柄 Seta，如圖丙。此蒴柄之基部，稍稍漲大，深入傘狀組織中，以司固生及吸取。蒴果發育之養料，既完全取諸傘狀組織；換言之，即地錢之芽胞體乃寄生於其配偶體上。本章章首無導管之特點中，云：配偶體乃一能獨立營

生之組織，而芽胞體不過寄生於配偶體上，即指此也。

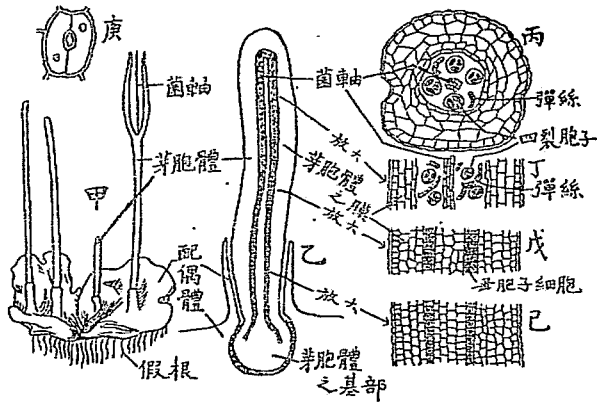
蘚蒴中之孢子，當成熟時，則將蘚蒴裂開；同時蘚蒴延長，如百零七圖丁，以便孢子之散出體外。蘚蒴中，尚有一種彈絲 *Elater*，初本倦伏，蘚柄裂開之際，因能吸取外界之水分，遂均伸開，而助孢子之遠逸。孢子既出，則產配偶體，而完成其循環之繁殖。

地錢之結論。地錢之組織與繁殖之器官，均較浮苔完備，在苔類中，自屬稍進化者。其較浮苔增加之組織，則為有柄之蘚蒴，蒴內且有彈絲；而此組織又均為似角苔之處，故地錢乃介乎浮苔與角苔間之組織也。

例三 角苔 *Anthoceros*

角苔之配偶體，與上述二者大同小異，不復贅述。今欲討論者，其特殊之芽胞體：角苔之芽胞體，形似棒，生於配偶體上，如第百零八圖甲。芽胞體上有氣孔（如圖庚）及葉綠體，頗似蘚類。今就此二組織而論，則角苔之芽胞體雖仍屬寄生，然已有幾分獨立營生之可能；此由寄生而漸入於能獨立之芽胞體，大可表明其漸上進至有花植物之象。

閱百零八圖乙，芽胞體之直斷面，其基部固生於配偶體中，司吸取之任。由基部所產生棒形之芽胞體，就組織而言，可分為三部：下部如百零八圖己，為分裂層，供給上部以細胞，備分化之用；中部如圖戊，



第一百零八圖

則已分化而成母孢子細胞；上部如圖丁，則母孢子細胞，更分化而成四裂孢子及彈絲矣。就上已戊丁三圖觀之，則上部之四裂子與彈絲，散去之後，下部之分裂層，尚可供無限之細胞，以便分化成新四裂子及彈絲；此組織之富有興趣，已為一極顯明之事實！

更就學理而言，如百零八圖乙，丙，丁之中央，均

有所謂菌軸 *Columella* 之設。此組織一方可以表明其與蘚類之蘚蒴相似；一方可以解釋下等植物之孢子，由孢子囊中心所產生者，如何漸漸移生於表面，如有花之植物。此點當於後再詳述之。

苔類之結論

總以上所討論之三種植物而言，處處均可供人以觀由簡單組織之葉狀體植物，漸演至複雜之有花植物。故苔類者，實植物界中，負有承上啓下之重大責任者也！

再就苔類之本身而言；浮苔則新由水入陸，組織亦極單簡，極似葉狀體植物；地錢則漸成一固定之氣生植物，組織亦隨之而複雜；及至角苔，組織複繁，且有幾多似有花植物之處。就此所舉三例觀之，其節節上進之象，已極燦然矣。

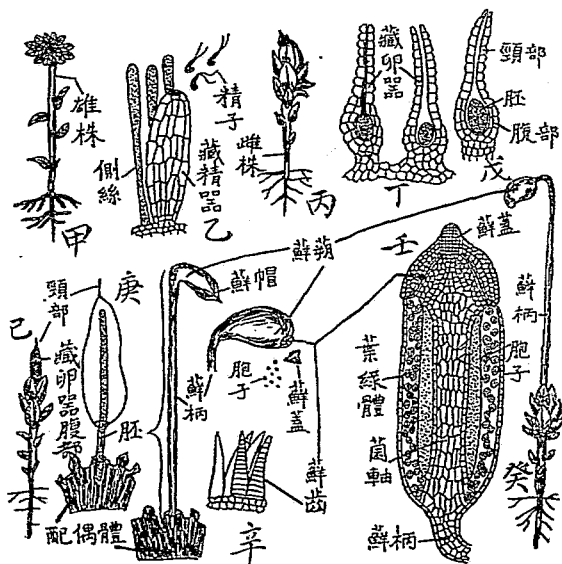
(B) 蘚類 *Mucae*

蘚類有萬二千餘種，常生於陰濕之地，庭園北牆之下，常有大片叢生。此叢生之性，一則可以保持其潮濕，再則因其為雌雄異株，叢生則易於受精也。

配偶體。 蘚之配偶體為一多葉之小植物，如第一

百零九圖甲,丙。此小植物上之葉，雖具葉形，然厚不過一細胞，即似中肋之處，亦只有細胞二三層，故較第四篇所論之葉，組織上相差尚遠。又無真根，其任固生及吸取者為假根，故其高於苔類者亦大有限也。

蘚之配偶體既屬雌雄異株，故於雄株之上，只產藏精器，雌株之上，只產藏卵器。若將藏精器放大，則如百零九圖乙，外有側絲若干，以任保護，中則生雙



第一百零九圖

纖毛之精子無數。若將藏卵器放大，則如圖丁，生卵於其中；藏卵器雖無側絲，而保護於小葉之中，故亦甚安全也。

精卵成熟之際，精子每藉雨露，經頸部而泳入藏卵器中，與卵核結合而成一胚 Embryo，如百零九圖戊，而配偶體之任務遂告終。

芽胞體。上述之胚，並不休眠，立即萌發而產芽胞體。芽胞體初極微小，仍居藏卵器之腹部，如圖己。其後胚日漸長大，遂將藏卵器裂而為二，上部隨胚之長而上舉；下部則仍與配偶體相接，如圖庚。

胚之伸長，上下同時進行。向下者伸入配偶體中，司固生及吸取養料之任；向上者至一定之長度，即將頂端下垂而長大，使成蘚蒴，如圖辛；其柄則曰蘚柄。

蘚蒴之組織。蘚之蒴 Capsule，組織極奇妙，如百零九圖辛者，蒴成瓶狀，一端通於蘚柄，一端有小口，口上生齒若干，曰蘚齒 Peristome。此有齒之口，當幼小之際，上罩以蓋，曰蘚蓋 Operculum，蘚蓋之上，有時仍戴配偶體之藏卵器，則稱為蘚帽 Calyptra。故蘚蒴成熟時，首脫去蘚帽，次蘚蓋，然後司啓閉蒴口。

之組織，自屬蘚齒也。

蘚齒當天濕之際，片片漲開，遂將蒴口緊閉，孢子自無從散出；若天乾氣燥，蘚齒捲起，蒴口大張，孢子遂藉細長蘚柄之動搖而散出。由是見天之助物繁殖其種，殆無微而不用心也。

蘚蒴之組織與進化之關係。蘚蒴之組織，與角苔之芽胞體大相彷彿，觀百零九圖壬；其菌軸較角苔之菌軸大而且顯。雖因蘚蒴之體大因之而大，然其孢子以是而漸向外移，則爲不可不注意者也！

孢子之外，有葉綠體若干粒。蘚蒴雖具葉綠體，而其所持以發育者，則仍爲由配偶體所取來之養料。是故此葉綠體之存在，只足以證明其漸由寄生而進於獨立營生之象，實際殊不足以自食其力也。

總之蘚類乃由角苔所演出，自甚明顯；而蘚之更接近於高等植物，則亦不可掩之事實也。

孢子之萌發。孢子既散出蒴外，則萌發而成一團之絲狀體 *Protonema*。此絲狀體極似綠藻，然不久即由此生多葉之配偶體，而完成其循環之繁殖。

第八章 石松目

與第七章無導管綱平列者，爲導管綱 *Tracheata*。導管綱所屬之植物頗多，可分爲二目，曰石松目 *Lycopsidea*，羽狀目 *Pteropsida*。此二目勢難盡置一章中，因敘述之便，分作四章。本章述石松目，先言導管綱之特點，以備參考。

導管綱之特點。此綱植物有明確之根莖葉，且具導管之組織，故名導管綱。其芽胞體乃一獨立之體，與無導管綱配偶體之爲獨立者，適相反。讀者其留意焉！

導管綱與無導管綱之比較。導管綱植物與無導管綱植物，雖屬相連之二類，然兩綱區別極巨，故論者每以其間必有過渡之植物若干種，失其踪跡。蓋蘚苔之芽胞體，乃一無葉之組織，而寄生於配偶體上；今何以至導管綱，一變而爲有根葉有導管之獨立組織？以理忖之，當有若干種植物以示其變遷之狀。今既不見，但能姑將二綱聯列，以待後日之覓得意中植物也。

石松目之特點。石松目，羽狀目，均屬導管綱植物，上述導管綱之特點，自爲二目同有。其獨有之特點則各分別言之。今述石松目之特點：

植物之屬於此目者，有狹小之葉，而輪生於莖上；其葉由莖分出之時，並不在中柱 Vascular cylinder 上留葉口 Leaf gap，此所以異於羽狀目之葉口也。

其繁殖之器官較少，且生於繁殖葉 Reproductive leaf，(或稱孢子葉 Sporophyll) 之上面 Adaxial。二千萬年前 (Pleozoic)，其發育及分布，臻極繁茂，今則漸呈消滅之象矣！茲舉三例於下：

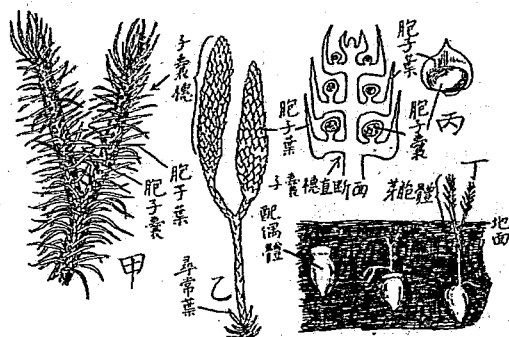
例一 石松

石松屬 *Lycopodium*，為世間最老之有維管束植物，今尚生存者，有種百餘，因其為古代之植物，須有較詳之敘述也。

芽胞體。石松之最簡單者，乃於一枝之上生若干小葉，而於每葉之上生孢子囊 Sporangium 一枚。此小葉以能產孢子囊，遂有孢子葉 Sporophyll 之稱。枝上之葉既片片均含孢子囊，故其全枝可稱為一子囊穗 Strobilus；換言之，石松之芽胞體，其全部實一子囊穗也，如第百十圖甲。

其較為複雜者，則其子囊穗之組織漸向上集中，成一固定之組織，而下部之葉則變為無性屬之普通葉。同時此兩種葉形，亦各呈其特殊之狀，子囊穗與普通

生葉之處，遂顯然有別矣。如圖乙。



第一百十圖

比較石松之子囊穗與角苔之芽胞體。石松之子囊穗，如百十圖甲，其組織雖極簡單；然較角苔之芽胞體(百〇八圖乙)，確已增若干之新組織。據某植物學者之推論，石松之子囊穗，實原始於角苔之芽胞體。

蓋角苔之孢子，已由中心漸向外移；若此成行之孢子羣，更進一步，再向外移，而同時斷作若干段，使每段成一孢子囊，則由一單純之芽胞體，可演成若干孢子囊所集成之子囊穗也。

再觀百十圖丙，子囊穗之直斷面，其中軸之兩旁，

生孢子葉若干，各產孢子囊一枚，中生若干之孢子，此孢子萌發，則產配偶體。

配偶體。石松之配偶體，乃一極奇特之組織，如百十圖丁，其下部埋於地中，爲狀如一蘿蔔，上生綠色之瓣數枚，而產藏精器及藏卵器。藏卵器中生卵；藏精器中則生與蘚苔相似之雙纖毛精子若干枚。卵若受精，則發育而成一胚。胚長大，則生根深入地中，任固生及吸取；生莖呈露於空氣之中，以作食物，而產孢子，完成其循環之繁殖。

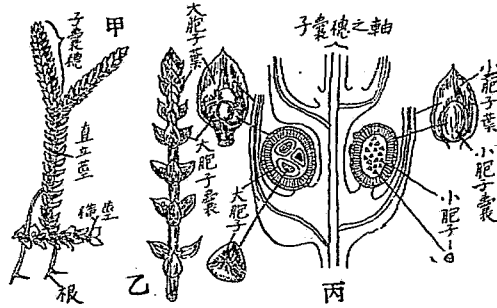
例二 卷柏 *Selaginella*

卷柏有五百餘種，多屬熱帶產，吾國山野亦多有之。

芽胞體。其芽胞體之莖分橫直兩種：橫者匍匐於地上，生根而深入於地中；直者直立，每於其頂端生子囊穗 *Strobilus*，如第百十一圖甲。

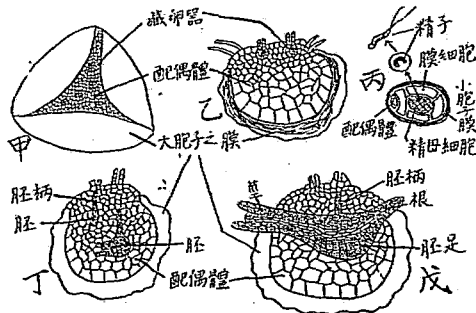
此子囊穗若放大之則如圖乙，若直斷之則如圖丙。今就丙圖而論，則子囊穗軸之兩傍，有大孢子葉及小孢子葉二種：此大孢子葉 *Megasporophyll* 上，則生大孢子囊 *Megasporangium* 四枚，各生大孢子 *Megaspore* 四枚，故每片之大孢子葉上，共生孢子十六枚；其小

孢子葉 Microsporophyll 上，則生小孢子囊 Microsporangium 一枚，中生無數之小孢子 Microspore。



第一百十一圖

配偶體。 卷柏之小孢子成熟時，即由小孢子中產一雄配偶體，大不過一細胞，而於其旁生藏精器，產精子若干，如第百十二圖丙；同時大孢子遂由孢子合



第一百十二圖

縫之處裂開，如百十二圖甲，即於其中生藏卵器於雌配體中，如百十二圖乙。

卵受精則成一胚，此胚初則延長，產一柄，是爲極柄，如圖丁。此柄將胚下推，俾易於吸收雌配偶體中之養料。及胚漸長，則漸分化而有根莖。至百十二圖戊，而根莖之形乃大備，突出大孢子膜之外，根一着地，莖則上長，而卷柏之芽胞體又出現於世矣。

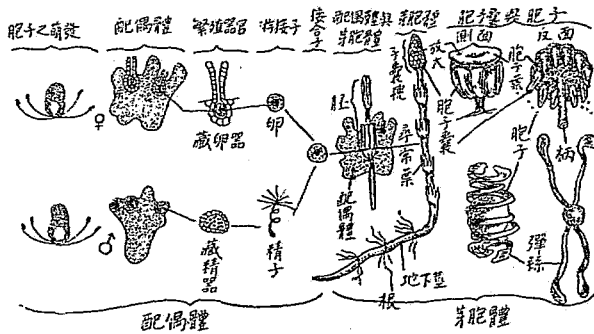
例三 木賊 *Equisetum*

古代之木賊與石松同極繁茂，至今僅存二三十種：其大小亦大相懸殊：如南美產者，高可二三丈；普通小者，高不過數尺。茲略述其繁殖之狀，俾不忘其昔日之繁榮而已。

木賊雖生於潮濕之區，而其組織則似一乾生植物 Xerophytic，蓋其葉爲鱗狀，而特以爲光力合成之器官，乃在其綠色之莖。此莖之表皮含多量之石英 Silica，水分自不易散出。其生長於地下之莖極大，非特可以作固生及吸取之用，且得儲多量之食料以供產生新枝也。

木賊之循環繁殖。觀第百十三圖，有孢子二枚，外形相若，然其一則能產一雌性之配偶體，中生藏卵

器；其一則能產一雄性之配偶體，中生藏精器。精子成熟，則由藏精器中，藉雨露之力，而至藏卵器中，使卵受精。



第一百十三圖

此受精之接合子萌發而成胚，仍居於雌性之配偶體中。胚漸長大，下部分化成地下莖 Rhizome, 入於地中；上部分化成枝葉，即木賊之芽胞體也。

此芽胞體成熟，則於其頂端生子囊穗，此子囊穗乃若干之橢形孢子葉所組成。若將橢形孢子葉放大，則於其有柄之背面，生孢子囊若干枚，囊中各儲同形異性之孢子若干枚。

此胞子上有四枚之肢名彈絲 *Elaters*，初本繞於孢子之上，出孢子囊則均伸開，以助孢子之遠逸。孢子既出，若遇適宜之地，即萌發而成雌雄之配偶體，循環之繁殖遂得告成。

石松目之結論。石松目在植物界中，可謂司聯絡原始胚胎植物與近代胚胎植物之任，其關鍵已如上述，學者當留意焉！與石松目平列者，爲羽狀目，茲述其特點以供比較。

羽狀目之特點。植物之屬於此目者，有組織複雜之大葉片。葉由莖分出之時，因由中柱上帶出組織一片，遂使中柱上留一口，是爲葉口。其繁殖之器官爲數較多，而生於繁殖葉之下面 *Abaxial*。

此目之植物因種子產生法之不同，更分作三類，曰無子類，裸子類，被子類，茲分述於三章之中：

第九章 無子類 *Aspermae*

無子類即羊齒類，無真正之種子，惟能產孢子，雖屬古代植物，然今之存在者約三千種，非復古代之種矣。其分布多屬熱帶，或屬表皮寄生 *Epiphyte*，或屬攀藤，或屬水生，然皆具數片之大葉，而生孢子囊若

干於其背面。

I 就無子類之組織論植物之進化

(A) 研究無子類之維管束系

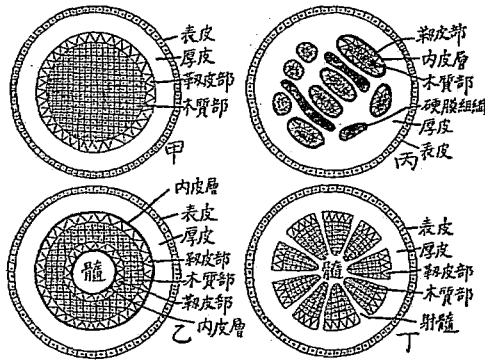
就吾人已討論之植物觀之，於無導管綱如苔蘚之屬：其莖中因無導管，遂為一片類似之細胞，除表皮而外，並未再行分化成若何之組織。及至導管綱，始有導管，而莖中乃有導管區及非導管區之分。然此單簡之組織，如何而演成有花植物複雜之莖，則賴無子類中各植物以表明之也。

原生莖。無子類中如芒箕骨 *Gleichenia* 者，其莖之中心全為導管若干所組織成之木質部；木質部外則繞以韌皮部一層；韌皮部外則為厚皮及表皮。此莖之組織可謂極簡單，故有原生莖 *Protostele* 之稱，如第百十四圖甲。上節所稱導管綱最簡單之莖即屬此類。

雙韌筒狀莖。其較原生莖稍形複雜者，則為雙韌筒狀莖 *Amphiphloic siphonostele*；其組織則於木質部之兩旁均生韌皮部，而中心有髓，如百十四圖乙鐵線草

Adiantum 之莖。此莖與原生莖不同處，則為木質部之中心生髓，而產韌皮部於木質部之內。

多組莖。如百十四圖丙甘草蕨 Pteris 之莖，有維



第一百十四圖

管束若干分布於莖中，是為多組莖 Polystele。此與雙韌筒狀莖不同點，則為將前者之木質部斷作若干節，每節以韌皮部繞之使各成一維管束，遂成多組之象。宜注意者！則每組維管束之外，尚有內皮層一層，及硬膜組織若干組。

外韌筒狀莖。如百十四圖丁薇 Osmunda 之莖，其韌皮部位於木質部之內者，盡行消滅，故其韌皮只限

於木質部之外，遂有外韌筒狀莖 Ectophloic siphonostele 之稱。莖中央爲髓，髓外爲木質部與韌皮部，再外則爲厚皮及表皮，與有花植物之莖相差有限矣。是以複雜之組織，由簡單而演成者，其間若能覓得變遷中之代表物，則能助吾人以解釋植物進化之象，自極易爲力也。

(B) 原生與次生木質部之排列與進化之關係

莖中之組織更有一饒興趣之變遷，爲吾人不可忽視者！即原生木質部與次生木質部之排列。兩木質部之排列，在根莖中適成相反之地位。於根則原生木質部位於外，次生木質部位於內，（如第十三圖根之組織），此所謂外弧式 Exarch 也。於莖則原生木質部位於內，次生木質部位於外，即所謂內弧式 Endarch。其他如次生木質部之位置不限內外而繞原生木質部而生者，是爲中弧式 Mesarch。

此三式者，石松之莖屬外弧式，無子類植物之莖屬中弧式，有花植物之莖屬內弧式。此三類植物石松最老，無子類次之，有花植物則近代最進化之植物也。由此可見外弧式之莖爲最老，中弧式次之，內弧式又次之。此組織學者可供給分類學者以考據材料之一例

也。吾人前曾言根之組織屬於原始之組織，即因其原生與次生木質部之排列取外弧式也。

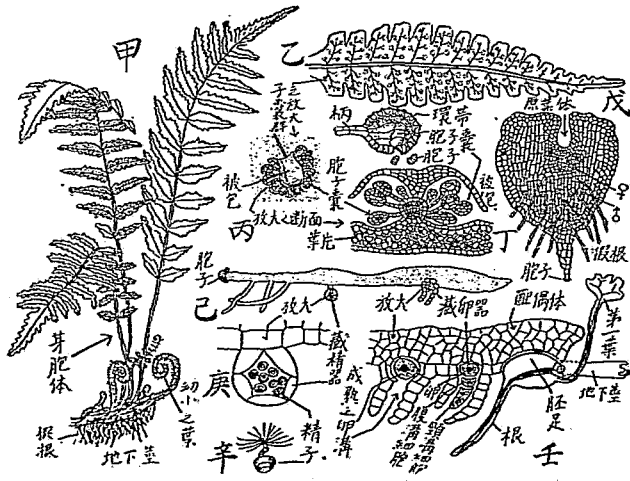
II 論無子類之繁殖

無子類之組織已供吾人以多少研究學理之事實，其繁殖之狀亦大有趣也；舉一例以明之。

例一 鳳尾草 *Aspidium*

鳳尾草為廳堂中觀賞之植物，取其能生於陰處而有美麗之葉叢生也。

芽胞體。 觀第一百十五圖甲，鳳尾草之芽胞體，其



第一百十五圖

似枝之組織，乃其複葉。莖則埋於地下，是爲地下莖。地下莖上生假根，司吸取。莖上之葉，則長於空氣中，司光力合成。初則二面均爲綠色，當成熟之際，則於其背面生褐色之小粒若干，如百十五圖乙丙，是爲子囊羣 Sori。若將其一枚放大之，則上有一蓋，曰被包 Indusium；被包之下具有柄之孢子囊若干枚如圖丙丁。有柄之孢子囊，形扁圓，有環帶 Annulus 之設，孢子成熟，環帶外曲；子囊遂因之而裂開，孢子自然射出。

配偶體。此孢子一旦萌發，則產一配偶體又名原葉體 Prothallus，而於其上生假根及藏精器藏卵器。藏精器中生精子，藏卵器中生卵。卵成熟，則精子藉雨露之力，泳入藏卵器中，與卵接合，而成一接合子。

此接合子長大則成一胚，胚長胚足，深入原葉體中，吸取養料，以供其發育。胚漸長大，則分化而成根莖葉如圖壬。此新出之根莖，向地中而長，任固生及吸取。葉向空氣而長，以完成其光力合成作用，則又返乎芽胞體矣。

第十章 裸子類

裸子植物 *Gymnospermae* 爲原始之有子植物。無子房，其花粉直接至胚珠之珠孔，以備受精，故稱裸子植物。今欲明瞭其與石松目及無子類之關係，勢必一論其已絕跡於世之數種裸子植物，以備參考。

例一 蘇鐵羊齒與本來蘇鐵

蘇鐵羊齒 *Cycadofilicales*。初得其化石時以爲屬於羊齒類(即無子類)以二者之外形極相似也，厥後幾經研究，始斷定爲一真正之有子植物。

此植物莖之組織雖似羊齒，然有再生之木質及明確之種子，當然屬有子類，今稱蘇鐵羊齒者取其介乎羊齒及蘇鐵之間也。其小孢子囊雖似羊齒之組織，而其大孢子囊則爲發達完全之胚珠，亦一介乎二者之象。

此皆證明其爲極原始之有子植物，而由古代之無子植物所演出者也，是以置之於裸子植物之首。

本來蘇鐵 *Bennettitales*。亦爲化石植物之一種，其組織與繁殖之狀，似蘇鐵羊齒，而又似蘇鐵，其爲介乎二者間之過渡組織，自極明顯也。

例二 蘇鐵與西米樹

蘇鐵 *Cycas* 與西米 *Zamia*，同為古代植物而今生存在於熱帶者，百有餘種。蘇鐵產於東方，西米則生於西方，各不相混，亦分布上之一趣事也。

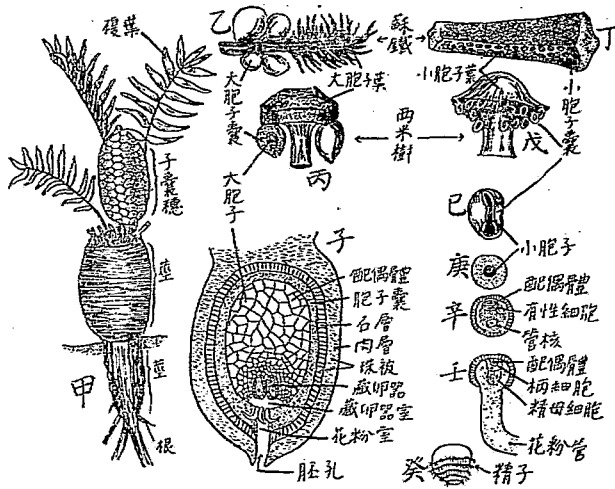
(A) 芽胞體

蘇鐵與西米之莖，有寬大之厚皮及髓，與本來蘇鐵相似；而中柱之組織，則似一般之裸子植物。其外形或作球狀或延長而成一圓柱形，要皆包於老葉之葉痕中。莖之頂端則有大羽狀葉若干片及子囊穗生焉，如百十六圖甲。

子囊穗。蘇鐵與西米同為雌雄異株之植物，其雌雄之子囊穗自分生於雌雄株之上。二者之子囊穗內部組織雖相似，而外形各不相同。

蘇鐵之雌子囊穗，乃葉狀之大孢子葉若干所組成，其大孢子葉既屬葉狀，則其子囊穗自似一葉叢也。大孢子葉下生大孢子囊數枚，如百十六圖乙。此大孢子囊或稱胚珠 *Ovule*，以其頗近於有花植物之胚珠組織也。西米之雌子囊穗，形如棒，乃有柄之橢形大孢子葉若干所合成。此橢形大孢子葉下，楯柄之兩旁，則生大孢子囊二枚，如圖丙。

蘇鐵之雄子囊穗，乃為小孢子葉若干所合成，此小孢子葉上則生小孢子囊無數，如圖丁。西米之雄子穗亦為棒形之組織，其小孢子葉自亦為橢圓形，而生小孢子囊於其下，如圖戊。



第一百十六圖

(B) 配偶體

雌性配偶體。 觀百十六圖丙，其大孢子葉下之大

孢子囊中，含大孢子一枚，若放大之則如圖子。此大孢子外有組織三層，中層，曰石層 Stony Layer，內外二層曰肉層Fleshy layer，此三層總稱為珠被 Integument，即大孢子囊也。囊中自為大孢子，即胚珠也。

胚珠之發育，與卷柏及一般裸子植物相似，初則產細胞若干，後即分化而成雌性配偶體及藏卵器，如百十六圖子。此藏卵器，與苔蘚石松目及無子類有一極不同之點，即其頸溝細胞之完全排出體外。學者應留意也！

雄性配偶體。 回閱百十六圖戊小。孢子葉下有小孢子囊，每囊之中蓄小孢子若干粒，此小孢子即花粉 Pollen Grain 也。初分則產雄性配偶體，再分則生一有性細胞 Generative cell 及管核 Tube nucleus，如百十六圖辛，此即小孢子散出時之象。

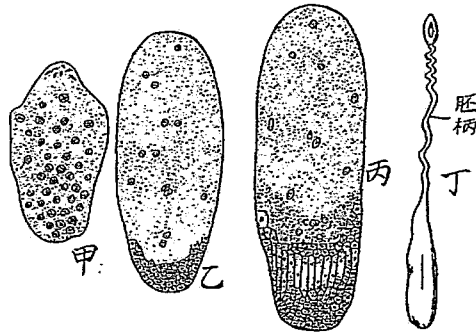
受精作用。 大孢子成熟時，因藏卵器之內長，遂致器外留一穴，是為藏卵器室 Archegonial chamber。室外則為花粉室 Pollen chamber 及胚孔 Micropyle，如百十六圖子。

此時之花粉若至胚孔，則其有性之細胞，更分裂而成一柄細胞 Stalk cell 及二精母細胞 Sperm mother cell；同

時其管核因花粉管之發育而外移，如百十六圖壬。此二精母細胞各成一螺形多纖毛精子，如百十六圖癸。

此花粉所產之花粉管，初爲一多枝之組織而司吸取養料之任；其後藏卵器室與花粉室貫而爲一，精子遂得泳入，以完成其接合之任。

胚之發育。 卵既受精，先產核若干枚，如第百十七圖甲，後生細胞膜，將此核分成若干之細胞，如百十七圖乙。此若干之細胞再分化而成胚柄及胚，如百



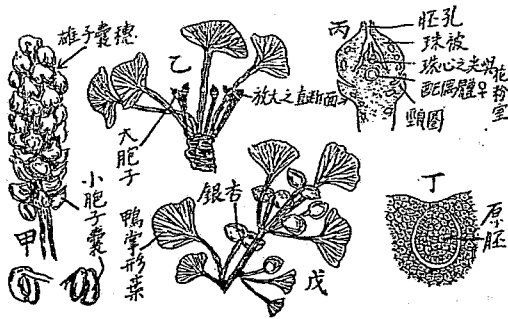
第一百十七圖

十七圖丙丁。胚萌發則又成一芽胞體，如百十六圖甲，而生葉，生子囊穗矣。

例三 銀杏 Ginkgo

芽胞體。 銀杏爲寺院中常見之樹，亦屬古代之種而今尙存者。其習性與木之組織均似松柏，惟葉成鴨掌形而有叉生性之葉脈，如第一百十八圖。其葉內之葉肉細胞與表皮細胞平行而列，與第四篇中所論之葉，其葉肉細胞與表皮成直角而列者，自大有別。此特殊之葉組織，蘇鐵亦有之，故論者以銀杏雖近松柏而與蘇鐵亦具相當之關係也。故銀杏者又爲介乎蘇鐵與松柏間之一植物。

銀杏雌雄異株之植物，於雄株之上生雄性子囊穗，



第一百十八圖

其組織如百十八圖甲，乃若干之有柄小孢子囊所合成

。將此小孢子囊放大，則見於一小柄之頂端生小孢子囊二三枚，中生小孢子。

其雌性之子囊穗則生於雌株之上，此子囊穗組織較為簡單，乃於一長柄之頂端生胚珠二枚，如圖乙。將此胚珠直斷之則如圖丙，其胚孔為珠被所成，胚孔之內則為珠心之尖，與花粉室，室下則為雌性之配偶體。

配偶體。雌性之配偶體中，常生藏卵器二枚，其藏卵器室則因內胚乳 Endosperm 之長大而變小，此銀杏之一特殊現象也。

小孢子散出之時，有細胞三枚，曰配偶體，有性細胞，及管核。及至花粉室則其有性細胞，如蘇鐵之有性細胞，產柄細胞及二精子。精卵成熟則完成其受精作用如蘇鐵焉。

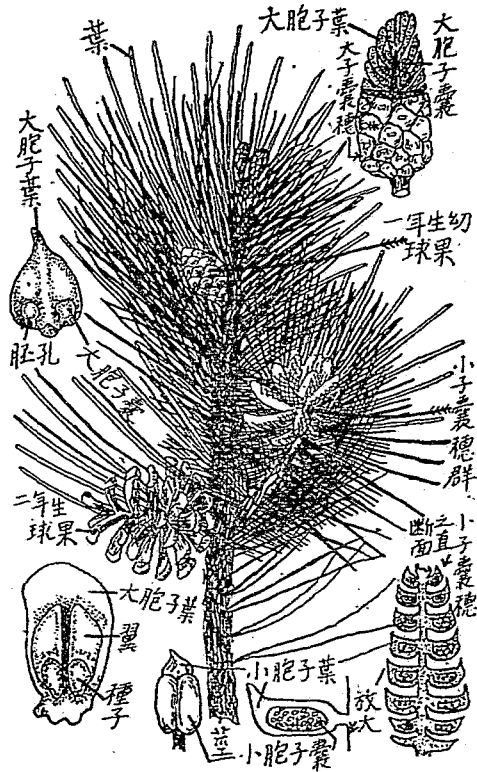
胚之作成。卵既受精則成一原胚 Proembryo。此原胚漸長大充滿卵之全部，如百十八圖下。原胚成胚時有子葉二枚，其外形則如百十八圖戊，是為銀杏。

例四 松樹

松 Pinus 之球果 Cone 及乾燥之種子，乃其一種特

有之組織，爲北溫帶之植物。

芽胞體。 松莖之中柱屬於內弧式，與有花植物相彷彿。其特有之組織，則導管之上生有緣孔Bordered pit，葉成針形，其雄性之子囊穗Staminate strobilus常叢生而成小子囊穗羣，（見第百十九圖），若將此子囊穗之



第一百十九圖

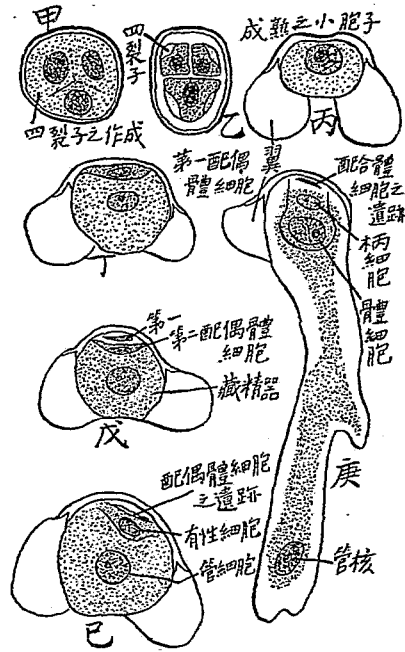
一枚直斷之則其中軸之兩旁生小孢子葉，葉上各生小孢子囊二枚，囊中則生有翼之小孢子，或稱花粉。

雌性之子囊穗 *Ovulate strobilus*，成一特殊之形，即所稱爲球果者（見百十九圖一年生之幼球果），將此球果直斷之則每片之大孢子葉下，生大孢子囊，此大孢子囊即胚珠。胚珠之口曰胚孔，向下而生。

此胚珠之珠被，只有肉層石層，石層既在外，其種子遂成乾燥之種子。

配偶體。 雌性配偶體之發育，與前述諸植物大致相同，亦於近胚孔處生藏卵器，其組織如第二百一十一圖甲。

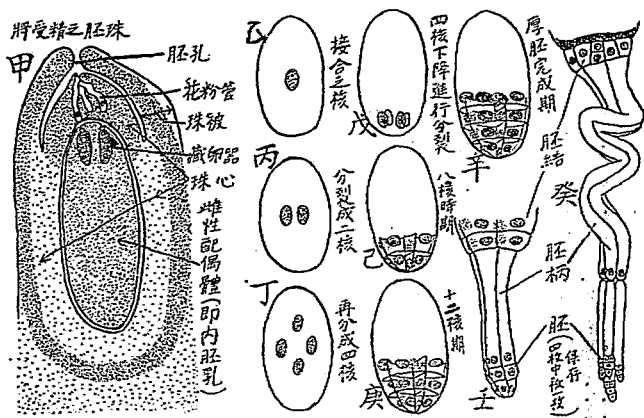
雄性之配偶體，其發育如第一百二十圖：初則花粉分裂成四裂子，如圖甲乙。此四裂子散出母體時，其翼大張，以便飛揚於空中，如圖丙。此有翼之四裂子，經二次之分裂而生二配偶體細胞，如圖丁戊。至圖己則配偶體外，生有性細胞及管核各一枚。庚圖則二配偶體細胞漸歸消滅，管核移於花粉管中，而有性細胞，則分裂成柄細胞 *Stalk cell* 及體細胞 *Body cell*。此體細胞其後移入花粉管，或成二精核 *Male nucleus*，或成二精子 *Male cell*，以備完成受精作用。



第一百二十圖

胚之發育。 花粉管將精核帶至藏卵器中，如百二十一圖甲，即與卵接合而成一接合之核，如圖乙。此核初分爲二，再分爲四，如圖丙丁。核既成四枚，則移於卵之基部如圖戊。此四核者繼分作八核而成二列

；再分作十二枚成三列；更分作十六枚作四列，如圖己庚辛。既成辛圖，則最下之一列四細胞，即分化而成胚；胚上之四細胞則分化成胚柄 Suspensor；更上則為胚結 Rosette cell，如圖壬癸。最後雖有胚四枚，然能



第一百二十一圖

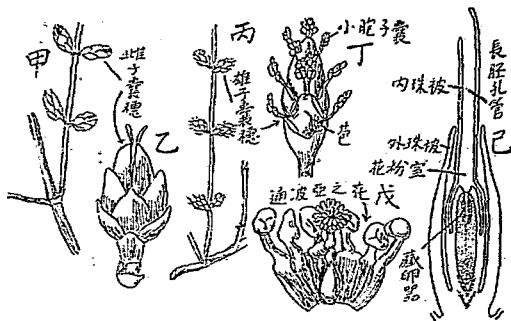
成熟者，則只一枚。胚萌發則成一小松，又返乎芽胞體矣。

例五 麻黃 Ephedra.

麻黃為中國藥材中常用之品，由其組織及繁殖之法觀之，似較松柏植物之更近於被子植物也。

芽胞體。麻黃爲一叢生之小灌木，莖扁平而多節，每節之上則有鱗狀對生之小葉，其木質之組織與被子類完全相同。

雄枝之上生雄子囊穗，如第一百二十二圖丙，此雄



第一百二十二圖

子囊穗乃若干對之苞 Bract 所組成，如圖丁。在此苞中則產所謂雄花 *Staminate flower*；稱之爲花者，以其孢子囊生於一軸之頂端，而不生於苞上，與有花植物

雄蕊之藥 Anther 生於花絲 Filament 上者正相同；而與前所討論諸植物之孢子囊直接生於孢子葉上者異也。進一步言之，此苞既能出雄蕊則名之爲花蓋 Perianth 亦無不可。雌性子囊穗之組織與雄子囊穗大致同，如百二十二圖甲乙。

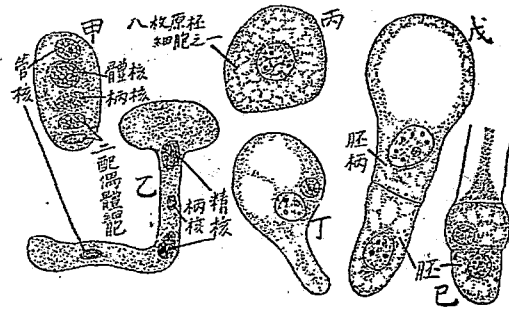
更就圖戊通波亞 *Tumboa* 花之組織而言，則有雄蕊六枚，下部相連，中生退化之胚珠，胚珠之上具有旋行之珠孔管 *Micropylar tube*，與有花植物之花，實完全相似。總上所云，麻黃之芽胞體，實裸子植物中最似有花植物之一組織也。

配偶體。麻黃之雌性配偶體，亦有核之分裂及反足部 *Antipodal region* 珠孔部 *Micropylar region* 等之分化。其異於他裸子植物者，則反足部之細胞小而排列密，珠孔部之細胞細胞膜薄而排列疏，於此稀疏之組織中，則產藏卵器二枚。藏卵器有長頸生於大花粉室 *Pollen chamber* 中，室外則爲一長珠孔管，乃內外二長珠被 *Integument* 所合成，如百二十二圖己。

雄性配偶體有配偶體核二枚，柄核 *Stalk nucleus* 體

核 Body nucleus 管核各一，如第一百二十三圖甲；若落至上述之長頸藏卵器上則生花粉管 Pollen tube；同時體核亦分裂而成二精核如圖乙。

胚之發育。 花粉管突破藏卵器之長頸，使卵受精後，即成一接合子。此接合子先分裂成核八枚，後即成八細胞，是為原胚細胞 Proembryonic cell，如百二十三圖丙。此原胚細胞後分為二細胞，一成胚柄，一成胚，此胚又分裂成二，如圖丁戊己，終至發育完備，



第一百二十三圖

萌發即生一新個體焉。

麻黃在植物界之地位。麻黃木似有花植物之木，且有花，原胚細胞分作八枚即止不再分裂；又有花粉室及長珠孔管，此皆異於一般之裸子類，而接近於有花植物之象也。茲述有花植物之組織，及繁殖之法，以明其連貫焉。

第十一章 被子類 Angiosperm

被子類即有花植物，在植物界中可謂放異彩而進化最高者也。其與人類之關係亦至密。有種十餘萬，其特點即有真正之花；花粉落至雌蕊柱頭之上。詳論之如次。

(A) 芽胞體

本書第四篇全篇所論者，即爲被子類芽胞體之大部分，缺而未述者則爲其繁殖之器官，今補述之。

所謂花，乃被子類之芽胞體司繁殖之任者。試回溯石松目及裸子類之組織，則知花實由子囊穗漸漸演成

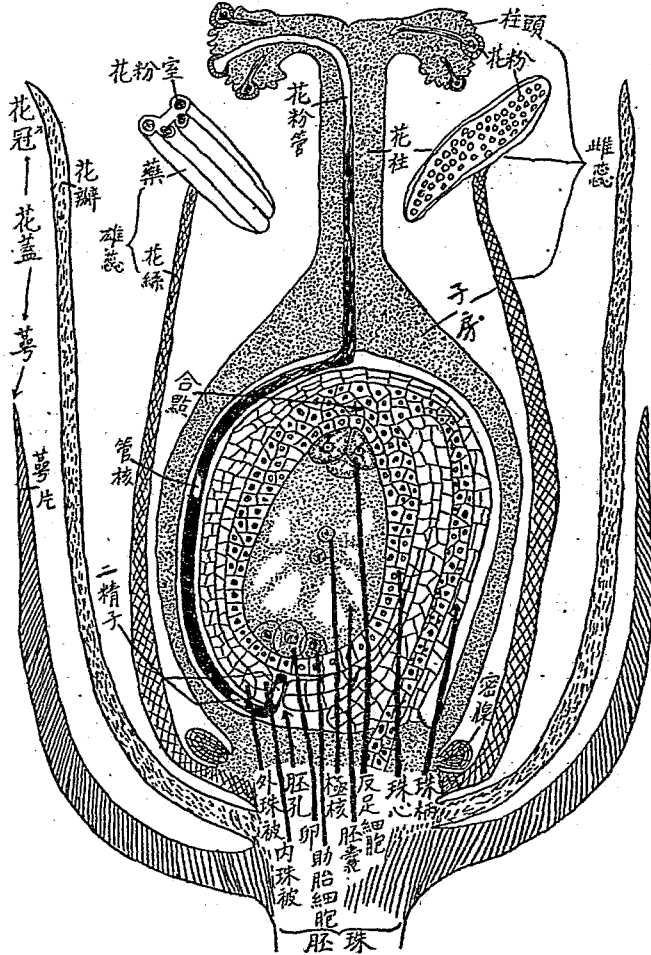
者；至若花之所以爲花，其最著者莫若有花蓋 *Perianth*；次則爲雌雄蕊。茲言花之組織。

花之各部。閱第一百二十四圖花之直斷面：其中心之組織爲雌蕊 *Pistil*。雌蕊分三部，上曰柱頭 *Stigma*，中部曰花柱 *Style*，下部曰子房 *Ovary*，子房中有胚珠 *Ovule*。

胚珠之心曰胚囊 *Embryo sac*，胚囊之組織於後再補述；胚囊之外有珠心 *Nucellus*；珠心之外有珠被二層，位於內者曰內珠被 *Inner Integument*，位於外者曰外珠被 *Outer Integument*；珠被之一邊與子房相連之處曰珠柄 *Funiculus*。

雌蕊之外爲雄蕊 *Stamen*。雄蕊分二部，上部漲大之部曰藥 *Anther*；支藥之柄曰花絲 *Filament*；藥之組織亦頗複雜，於後補述之。

雄蕊之外爲花冠 *Corolla*，花冠爲花瓣 *Petal* 數片所合成；花冠之外爲萼 *Calyx*，萼爲萼片 *Sepal* 數枚所合成；花冠與萼統稱之爲花蓋。花之子房下常生蜜腺 *Nectary gland*，誘昆蟲代其播傳花粉之物也。



第一百二十四圖

花之組織

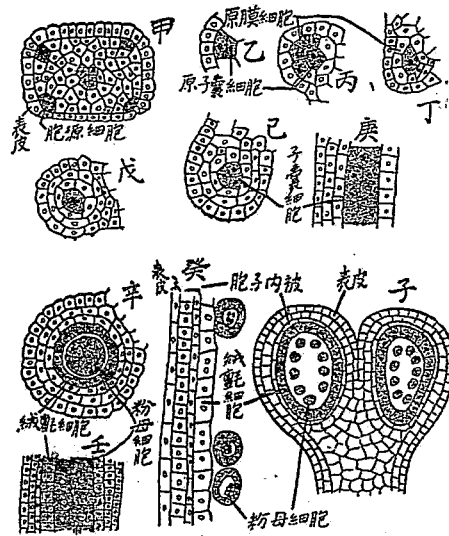
種子之組織

萼	.....	或落或存				
花冠	.....	常脫落				
雄蕊	.....	常脫落				
雌蕊	柱頭	.....	遺跡或仍存在			
	花柱	.....	遺跡或仍存在			
	子房之皮	.....	果皮	外果皮		
				中果皮		
	內果皮					
	子房	.....	胚珠即種子	珠被	.....	種子之皮
				珠柄	.....	種子之柄
				珠柄與子房相連處	.....	種臍
				珠孔	.....	珠孔
				珠心	.....	常歸消滅
胚囊				卵	——經受精而成——	→ 胚
	極核	——經受精而成——	→ 內胚乳			
	反足細胞	.....	常歸消滅			

花與種子組織變遷之對照表

藥之組織及其發育。藥者，即他類植物之小孢子囊也，若切斷之，每有花粉室 Pollen sac 四枚（見百二十四圖）。

其發育如第一百二十五圖，初本為一片類似之細胞



第一百二十五圖

，此細胞之生於表皮內者，其後將位於四角之細胞分化而成胞源細胞 Archeporsial cell 四組，如圖甲。胞源細胞其後分裂成二組，位於外者為原膜細胞 Primary wall cell，內者為原子囊細胞 Primary sporogenous cell，如圖乙丙丁戊。至圖己，此原子囊細胞更分裂而成子囊細胞 Sporogenous cell。圖庚者，圖己之直斷面也。

辛圖則示子囊細胞成粉母細胞 Microspore mother cell (或稱 Pollen grain mother cell), 及絨氈細胞 Tapetum 之象也。圖壬者, 圖辛之直斷面也。至圖癸子, 則為藥成熟時之象, 其中心為粉母細胞若干, 外則為絨氈細胞, 再外則為孢子內被 Endothecium, 最外為表皮。粉母細胞成熟, 則裂為四裂子, 即花粉也。

(B) 配偶體

胚珠之組織及其發育。胚珠當發育之初, 向上而生, 且只有內珠被, 如第一百二十六圖甲。後乃下轉



第一百二十六圖

而外珠被亦漸漸明顯，如圖乙丙。至圖丁，則胚珠已完全向下，然僅有核一枚。此核立即分裂爲二，如圖戊。此二核分裂後，一向反足端 Antipodal end，一向珠孔端 Micropylar end 而移動，移開後各經二次之分裂，遂共有核八枚，如圖己庚。如圖辛者，乃於每端之四核中，各取其一會於中央，而每端只留核三枚，其命名如下：

中央之二核，曰極核 Polar nuclei；位於其上之三核曰反足細胞 Antipodal cell；位於其下之三細胞分二組，中爲卵 Egg，卵之兩傍爲助胎細胞 Synergids。（見百二十四圖）。

花粉之發育。 花粉成熟，有核一，膜上多刺，如百二十六圖子，此核分裂成二，一爲有性核，一爲管核，如圖丑，亦即花粉散去時之象也。學者宜注意之：花之小孢子（即花粉），只生有性核及管核，無配偶體；換言之花之小孢子只有藏精器，而無配偶體。回溯蘚苔之配偶體，爲最明顯，漸上進至石松目，裸子類，乃漸退化；至於花，則可謂無可再退矣。

花粉至雌蕊之上，則其有性核即分裂爲二精核，如百二十六圖寅。如卯圖，則此二精核延長成二精子

矣。

(C) 花之受精

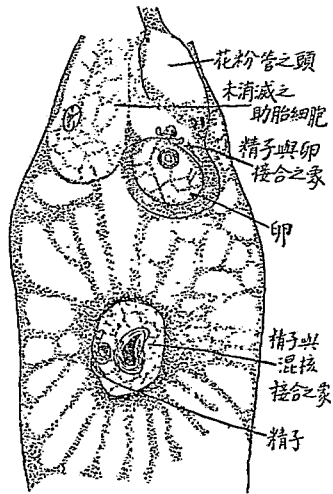
輸粉法 Pollination。輸粉法者，將花之花粉由藥移至柱頭之謂也。輸粉既畢，始有受精 Fertilization 之可能，故輸粉實受精前一不可少之程序也。

輸粉法或由昆蟲或由風。爲昆蟲則稱蟲媒 Insect-pollination，爲風則稱風媒 Wind-pollination。蟲媒花只限於被子類，每有特殊之組織，以便昆蟲之來工作，是究研環象學者一最饒興趣之問題也。

輸粉法又分同花輸粉 Close-pollination，及異花輸粉 Cross-pollination。雌雄同株 Monocious 之花，其輸粉或同花或異花均可；而雌雄異株 Dioecious 之花，則必籍異花輸粉。異花輸粉，每能出新種，此進化學上一極重要之現象也。

受精法。受精 Fertilization 者，精子與卵接合之象也。觀百二十四圖之柱頭上，有花粉五枚，其一之花粉管突破柱頭花柱，而至子房之內。此花粉管之能至子房者，管核實主之。花粉管既達子房，則由胚孔至胚囊；同時管核後退，二精子前進，而抵胚囊中。

花粉管至胚囊時，其頂端長大，遂將助胎細胞之一毀滅；其二精子之一即與卵接合，而完成其受精作用，如第一百二十七圖；其他之一精子，則深入胚囊中，



第一百二十七圖

與二極核所合成之混核 Fusion nucleus 相接合。此二精核之同時相接合，遂有所謂雙受精 Double Fertilization 之名。

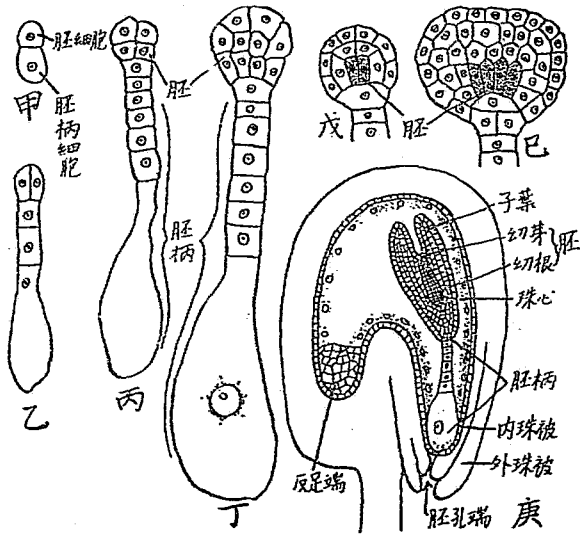
卵與精子之接合，乃一極普通之象；而二極核與一

精子相接合，則爲一極特異之景。學者當留意也！

(D) 胚之發育

二極核與一精子之接合，既屬三者之接合，故有三者相混 Triple fusion 之稱。三者既相混，則成內胚乳 Endosperm。內胚乳在單子葉植物中，爲成熟種子之一部；在雙子葉中，多作發育胚之原料，故種子成熟即歸消滅矣。

精卵接合後，初則分裂而成二細胞，如第一百二



第一百二十八圖

十八圖甲，一爲胚細胞 Embryo cell, 一爲胚柄細胞

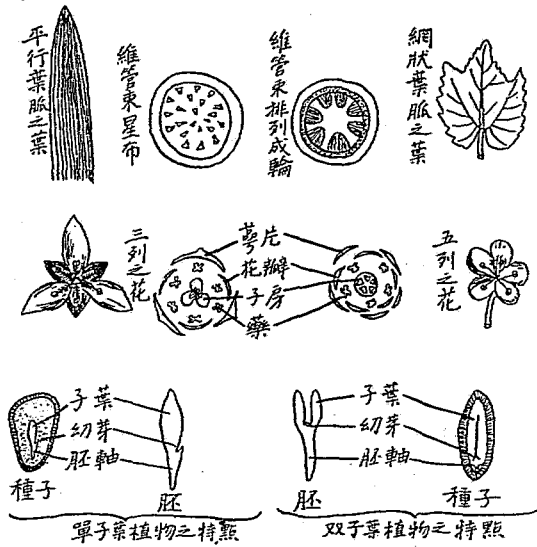
Suspensor cell。此二細胞各再行分裂，胚細胞則產胚，胚柄細胞產胚柄，如百二十八圖乙丙丁。胚柄長至一定之長度，即終止發育；而胚則繼續發育，而產幼芽 Plumule 幼根 Radicle 及子葉 Cotyledon，如百二十八圖戊己庚。胚與子葉成熟，則成種子，如第一百三十圖寅。花與種子組織變遷之對照表見前三百零三頁。

(E) 被子類之分類

被子類所包括之植物極衆，勢難盡述，今將言者，其主要之分類耳。被子類植物可大別爲二次類：曰雙子葉次類 Dicotyledoneae，曰單子葉次類 Monocotyledoneae。雙子葉次類，又分爲二羣：曰離瓣羣 Archichlamydeae，曰合瓣羣 Metachlamydeae。

雙子葉植物與單子葉植物之比較。此兩類植物既同隸於被子類，則其彼此相異之點，自爲其各自之特點。

觀第一百二十九圖，雙子葉植物之葉有網狀之葉脈，其莖有中柱，花爲五列（即花爲五瓣雄蕊五枚等），種子中有子葉二枚；此即所以得名也。單子葉植物則



第一百二十九圖

有平行葉脈之葉，莖無中柱，其維管束散處於莖中，花爲三列，種子中有子葉一枚，故名單子葉。

合瓣與離瓣之比較。雙子葉中之二羣：離瓣羣者，花瓣片片離開；合瓣羣則花瓣彼此多少有相連之處也。合瓣羣較高於離瓣羣，蓋花瓣相連，更適於昆蟲之來工作，易於受精，故爲較進步之組織。

第十二章 果實與種子

(A) 果實

果實，爲人生最重要之食品。植物學者所謂之果實，乃指成熟之子房而言。就此定義言之，則五穀，豆角，胡桃，榛子，青椒之屬，普通不呼爲果實者，皆果實也。

果實之發育。試回溯前章花之受精，花既受精，則胚囊及胚珠自發育而生各種種子之組織；同時子房及附近之組織亦每受此影響而長大，故受精作用，直接影響於胚珠，間接則至子房也。

更有爲吾人當注意者！則果實中種子之數目及大小，恒影響於果實之形態及成分。例如葡萄之有多子者，大而多汁，萍果只一邊發育者，則該部分有種子，不發育之部無種子。

就組織而論，子房之膜組織雖極單簡，大部屬於柔膜細胞；而由其所生之果實之皮，則較複雜，其皮曰果皮 *Pericarp*。果皮分三層，由內而外曰內果皮 *Endocarp*，中果皮 *Mesocarp*，外果皮 *Exocarp*。

外果皮於成熟之果實中，因種類之不一，而組織大異，普通則為細胞一層，或生毛於其上，且常有氣孔。中果皮則或屬一薄層，或厚至數粉。內果皮或為一層細胞，如蕎麥，或為數層細胞，而分化成奇特之組織，如李子櫻桃等之核。

果實之分類。普通之果實雖為子房一枚所成，然為數枚子房所組成者亦夥。後者數枚之子房共生於一花，或生於花叢。今按其子房之數，而有下列之果實三種：

I. 單果 Simple fruit。乃成熟之子房一枚所組成，為果實中之最常見者。

II. 集果 Aggregate fruit。為一花中所產之數枚子房之集合體，如楊梅 Strawberry 之果實；然楊梅之所為楊梅，乃其花托之特別發達，而非其子房也。

III. 複果 Multiple fruit。複果乃數花中之子房長於一處而成，如桑果無花果等。此二例者，桑果之果乃其萼片之特別發達；無花果乃其莖之發育，均非子房也。

單果又因組織及裂開之不同，又分作二類：曰肉果及乾果。

(a) 肉果 *Fleshy fruit*。 肉果者，果皮多肉之果也。肉果又分作三類：曰漿果 *Berry*，核果 *Drupe*，梨果 *Pome*。

漿果。 漿果者，其子房之膜多肉，中生一枚或數枚之種子。又因其組織之不同，有真正之漿果，有特殊之漿果。真正之漿果如西紅柿 *Tomata*，葡萄之類，其種子或全部或一部生於中果皮與內果皮之中。棗亦屬漿果，以其核乃種子，非如桃李之核為內果皮所組成者也。

橘子，檸檬為特殊之漿果，常稱為柑果 *Hesperidium*。其多油囊之皮，乃果皮所產生，橘中之肉則為子房膜上之毛所演成。

黃瓜亦屬漿果，常稱瓠果 *Pepo*，其外皮乃外果皮與花托之混合組織，中果皮與內果皮則成黃瓜之肉。

核果。 桃，李，杏者，核果也，其中只有種子一枚，此果之組織頗規則，外果皮成表皮，中果皮成果肉，內果皮則為核，此核成熟則裂開而使種子逸出。

梨果。 蘋果與梨屬於梨果，中生種子若干枚，其花托多肉而成梨果之大部分，中心則為內果皮所成。

(b) 乾果 Dry Fruit。 乾果者，有乾燥果皮之果也。今就其成熟時之裂開與否，而分裂果 Dehiscent，與不裂果二種，分述如下：

裂果。 裂果凡三種：曰莢果 Legume，莢蓇 Follicle，蒴果 Capsule。莢果者，如豆類之莢，果實成熟之際，則由莢之兩邊裂開也；莢蓇者，如杓藥之莢，果實成熟，則由莢之一邊裂開；蒴果者，如馬蘭 Iris 之果，心皮 Carpel 三枚，果成熟則由心皮之中央裂開。

不裂果。 不裂果凡五種：曰瘦果 Akene，穎果 Caryopsis，翼果 Samara，裂果 Schizocarp 及核果 Nut。瘦果如向日葵，蕎麥之果，果實中有種子一枚，其與子房之膜只有一處相連；穎果如米麥，果皮與種皮完全相連；翼果如榆樹槭樹，其果皮伸出如翼；裂果如胡蘿蔔之果實，心皮二三相連，熟則裂開之；核果如胡桃，其子房之皮完全硬化，熟而不裂。

(B) 種子

花中之胚珠成熟，即成種子，非特可以廣播其嗣，而吾人之食料，如米，麵，豆食均所由出，其副產物如各種之油及工業之原料，亦皆關係於人生至巨也。

種子之組織。 種子之發育，已略述於前章胚之發育，當胚成熟時，有胚及子葉如百三十圖寅。其未道者，則種皮及種子上之組織，如胚乳及種臍。種皮乃由內外二珠被所生，胚乳仍為胚珠上之胚乳，種臍 Hilum 則珠柄與子房相連之處也，參閱三百零三頁花與種子組織變遷對照表，此組織之原始可一目了然矣。

種子中所儲之食料。 種子中所儲食料，不外含水碳素，脂肪，蛋白三種。原形液之大部分為蛋白質，故植物體中每有多量之存在，種子乃預備發生新個體之用，自亦有若干之存在也。

脂肪質在植物體中較少，在植物種子中較多，市上所售之香油，麻子油，花生油，蓖麻子油，棉子油，皆由植物種子中所榨出者也。

含水碳素分澱粉與糖，二者在植物體中，在種子中，均以澱粉較為普遍，常成小粒，曰澱粉粒，豆科之豆中，最為顯明。澱粉粒在各植物中，其形各異，檢查食物者多藉之以定其為何物。

(C) 果實與種子之散去

植物傳播其種之法雖衆，然能真正完成傳播之任者

，厥爲果實與種子。果實與種子每因欲完成此重任而生種種之特殊組織。此組織或因風而設，或因水而設，或爲人與動物而設；換言之，風水與動物乃植物傳播其種最要之媒介物也，詳述於下，以明其播傳之法。

因風而設之組織。屬於此類之組織最普通者有三；其果實與種子之上，生翼形組織者，如松樹，梧桐，榆樹，槐樹，秋樹等之翼果；有種子上長毛者，如棉子柳花等；有於種子之一端生傘形或冠形之毛組織者，如蒲公英，羊乳菜之種子。

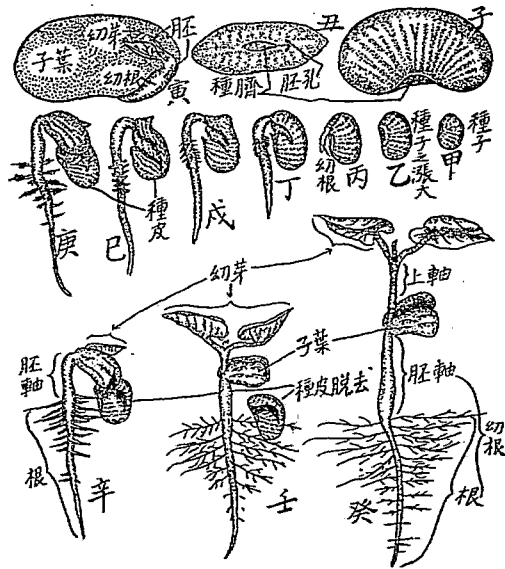
因水而設之組織。種子之具特殊組織，以便水之代其廣播者，多爲不常見之物，吾人至溪水之旁，兩旁雜草叢生，此雜草之種子落於水中，自然遠漂，若得適宜之所，即萌發而產一新個體，是種子因水而設之組織，雖不常見而其藉水流遠播之象，乃一極普通之事也。

因動物所設之組織。秋間吾人步出雜花野草之中，衣履之上，常帶各樣種子以歸，若一一取下而研究之，則知其能附着者，或因種子上有絨毛，如各種草子；或因種子遍體生刺，如蒺藜，葇耳；或具針形之組織，如鬼鍼。此類種子既能附着於人體表，動物之

遍體生毛者行過其地，亦能帶去若干也。

此外果實之能食者，人或鳥獸見之，食其肉而棄其實，無意之中遂代播其種，此每爲人所忽視，而實際上亦植物播種之最妙法也。

(D) 種子之萌發



第一百三十圖

種子作成之後，既播於遠方，如在相當溫度之下，得充足水分之供給，則萌發而成一新個體，是為種子之萌發。今觀百三十圖甲，有種子一枚，萌發之始，則因吸取多量之水分而漲大，如圖乙；種子既漲大，則其胚中之幼根 *Radicule* 突出種皮之外，以便深入地下，而得立足之所，如圖丙；此幼根漸延長如圖丁戊；幼根長，同時子葉亦長，而種皮遂因亦長大，終至脫去，如圖己庚；種皮既脫，子葉上部之幼芽 *Plumule* 遂出現；同時其下部之幼根，已分作二段，上者曰胚軸 *Hypocotyl*，下者曰根 *Root*，如百三十圖辛。幼芽漸長，其芽與子葉間之一段又名上軸 *Epicotyl*，如圖壬癸；於是植物根莖葉組織之形遂大備，而種子萌發之程序終焉。種子萌發長大，則生一個體，如第四篇所述之植物。

簡而言之，一株有花植物，有根莖葉花，成熟則產生種子，種子萌發則又出一新個體，故欲完成有花植物之繁殖循環，須有根莖葉花果實五種之組織焉。

第十三章 生機物之進化

本篇前十二章論述之植物，百有餘種，今若將其組

織及繁殖之法表列之，則可見組織簡單之下等植物，漸漸演成極繁密之高等植物也。果吾人深信此現象，則有生機之物，實具進化之能力。

近世生物學者，關於討論此問題，發表之論說極夥，其影響於人之思想亦至巨。今欲討論者，爲最有價值之數問題，裨吾人得悉其梗概矣耳。至欲專力深究生物之進化者，則今之所說，但足備異日研討之基而已。

何爲生物進化？生物進化之說，自古有之，惟由科學之法而解釋者則甚鮮。近世之生物學者，雖用科學法以求解釋，然此果屬得其真諦否，則非吾人今日所能知；雖然，進化之事實，並不能因解釋之失宜而消滅也。蓋事實與解釋二事也，即今之說爲誤，進化則爲一不可諱言之象。

生物進化之說，簡言之，即今日存在之繁雜植物，均由古時單簡之植物所演成；換言之，今日之植物，出於昔日之植物，而來日之植物又出於今日之植物也。如此說果確，則已往現在及將來所存在之植物，實屬血統相連。

今之學者，乃就現在生存植物之習性，組織，繁殖

之法，及化石植物之形態組織，試求證明其彼此之關係。其說與植物自然發育之象是否吻合，固非吾人所能確知，然其說極與事實相符，則不可隱諱者也。

環境與有生機之物。 本書第二篇全篇所論，即屬植物與環境之關係，其關係既為極明顯之事實，則其能使植物因而生明顯之變化，亦意中事也。據英法德諸國學者之推論，凡植物之因環境而起之變化，若其環境繼續存在，則其變化亦能繼續存在。學者雖有以植物因環境所生之變化過微，不足注意，然其於研究生機物之進化，殊有相當之供獻。

使用與廢棄。 十八世紀之初，雷馬克 Lamarck 以需要之效 *Appetency*，解釋生物之進化。其說：即謂凡物用之則發達，不用則消退。信此說為然，則新植物或將因新環境之需求而出生？蓋生物具適合其環境之能力也。然此因適合其環境所生之新變化，是否能傳及其子孫？亦一問題也。

天擇之說。 解釋生物進化之說，最盛行者，莫若一八五八年達爾文所倡天擇 *Natural selection* 之說。此說雖不乏弱點，然其影響於近代之思想則至巨，或有以近代之生物學即發源於此，非過言也。茲述其說

之梗概如次：

達氏常計算蒲公英一季所產之子：設若一健康之蒲公英，能產花十枝，每枝能產子一百六十至二百六十，則一季能產子一千六百至二千六百；再觀麻線草 Russian thistle，一株植物，能產子二萬至二十萬，如此兩種植物所產之子，一一萌發而生一新個體，則數年之間，地球之全部將盡爲此二植物所遍佔。而事實上不然者，蓋世界千千萬萬之植物，均具有偉大之種子產生量，此無量數之種子：自於無形中而爭此有限之地面及食物之供給，此之謂生存競爭 *Struggle for existence*，自然界之一有興趣之現象也。

此無量數之種子，既有幸有不幸，則其幸者雖曰天命，然亦必有其特長在，此卽斯賓塞爾優生劣敗 *The survival of the fittest* 之說也。

今再觀世間之植物，雖屬同種，雖屬一母所生，其彼此之間，決不能完全相似；其不同之點，即所謂漸化 *Variation*。其點或多或少。天之所以於此同種中，擇其一二漸化之點使萌發者，必因此漸化之點有特優在也，一切新種其將應時代之要求，而出現於世乎？

今就吾人種植之植物而言：設有玉蜀黍若干株，產

生之子有大有小，此漸化之一；次年播種之時，即取大者種之，收穫自得大子。若此大子之玉蜀黍中，有甜有不甜，此又一漸化之點；次年播種則擇其甜者種之，收穫時自得大而且甜之種子。年復一年，而此玉蜀黍遂因歷年之堆集，而有許多特殊之佳漸化點，與原生之種，乃大有別矣。且或此新種因與原種相異之點多，遂成兩種。此蓋人擇而生者也。如上段所云則屬天擇。簡言之，物自相爭，天助其優，此之謂物競天擇。

突變之說。地瑞氏 Hugo DeVries；觀查野生植物之中，常出異種，每與其母體大不同，直可令人呼為另一新種。其後乃取此植物之種子，使萌發而種植之，其中之數株亦與母體大相異；更奇者，由此異態植物所產之植物，仍能保持其異態。此忽生之情狀，非如前段所云由堆集而成者，地瑞氏遂稱之為突變 Mutation。

故天擇之說，乃由同種植物取其漸化之長所集成；而突變者，同種植物彼此間生大漸化。地瑞氏之說，姑無論其是否，但由原野中之觀查，漸移植於庭園中，首創實地試驗，在科學中乃一極有價值之事也。

維思門之說 Weismannism。此說於達爾文天擇之說大有裨益。蓋達氏只能解說植物之何以能進化，而退化之象則不及道；維氏則謂凡一器官，若久不用，而漸成小弱者，此組織似漸出天擇範圍之外，遂反得保存。

維氏尚有所謂生殖細胞之選擇 Germinal selection。其說曰：凡植物體中之細胞，有僅屬於生體 Somatic 者，有屬於生殖 Germinal 者，此屬於生殖之細胞中，似含有決定全植物體中組織之組織。此組織當發育之時，優存劣亡，遂演成生殖細胞之選擇。

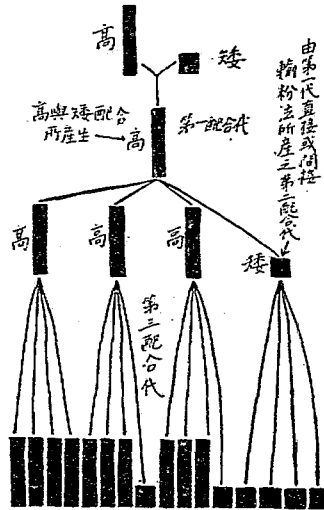
門德爾律 Mendel's Law。世界之新種，或由小漸化經天擇而集成，或如突變為較大之漸化，故今之解釋漸化，實為一根本問題。漸化為遺傳學中最要之一點，門德爾律者，乃遺傳學之鼻祖，其於漸化自有相當之供獻也。

門氏 G. Mendel，乃奧國之一僧人，彼就豆子之色及種皮之平縐，豆植物之高或矮，有毛或光滑等特點，各選之而作試驗；且每次只注意其一點。今觀一百三十一圖有豆植物二株，一高一矮，氏用輪粉法將二者配合之，則由其所結之種子所產之植物均高，彼遂名

此二特點之出現者，曰優性 Dominant character。其隱藏者曰劣性 Recessive character。換言之，高者屬於優性，矮者則為劣性。

氏又將此配合而生之高植物所產之種子，全數種之，其所生之若干植物中，分高矮二種，高者占四分之三，矮者占四分之一，遂成三與一之比例。此即現時所稱之門德爾律。

今若將此高矮植物所產之種子又復種之，則由矮植物所產之子所生之植物均矮；而由高植物所產之子所生之植物，一成為高植物，二成為三與一之比，如第一百三十一圖第三配合代。



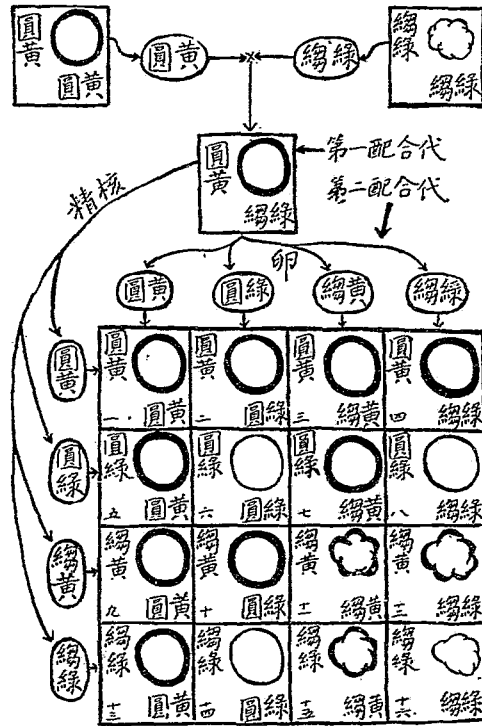
第一百三十一圖

今若將此第三配合代所生之子復種之，則圖右之四矮植物所產之種子，以後代代產矮植物，圖左之四高植物所產之種子，以後代代產高植物，而圖中成三與一比例之二組，則如第二配合代之產第三配合代焉。

上所云者，乃就豆之高矮而言，其他由種子之平縐豆植物之有毛或平滑等試驗之，其結果完全相同。

氏又常將豆植物之有二特性者，用輪粉法配合之，其結果則如第一百三十二圖：此二植物之種子，一則種皮形圓而色黃，一則縐而色綠；若將其配合則生一形圓而色黃之種子。此種子若再播種，則生若干種子，而分四組，一組占九成形圓而色黃，一組占三成形圓而色綠，一組占三成種皮縐而色黃，一組占一成種皮縐而色綠，遂成九，三，三，一之比。

所以然者，蓋其父母有圓黃縐綠之四特性，惟四者之中圓黃爲優性，遂出現；縐綠爲劣性，遂隱藏。但此劣性仍隱然存在也。具此四特性之父母，各有生四樣種子之可能，即圓黃，圓綠，縐黃，縐綠，若相偶之，則如百三十二圖成九三三一之比。



第一百三十二圖

總上各家之說，雖不能將生機物之進化完全解釋明瞭，然已大概可觀。異日所知者愈多，所謂植物之自然分類亦必更饒意義也！

本書所用參考書目

1. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.
2. A Text-book of General Botany—Brown.
3. The Living Cycads—Chamberlain.
4. The Green Algae of North American—Collins.
5. Text-book of Botany—Coulter, Barnes, Cowles.
6. General Botany—Densmore.
7. A Text-book of Botany for Colleges—Ganong.
8. Gray's New Manual of Botany.
9. Mosses—Grout.
10. Mycology—Harshberger.
11. Text-book of General Botany—Holman, Robbins.
12. The Anatomy of Woody Plants—Jeffrey.
13. Text-book of Botany—Lowson.
14. North American Slime-moulds—MacBride.
15. Microbiology—Marshall.
16. A Text-book of General Botany—Smith, Overton.
17. Minnesota Algae—Tilden.
18. General Botany—Transeau.
19. Systematic Botany—Warming.
20. British Fresh Water Algae—West.

術語英漢對照

A

- Abaxial, 下面, 280
Absciss layer, 離層, 123
Acer, 槭樹, 98
Acetic acid, 醋酸, 111
Acrasieae, 膠滴菌類, 162
Adaxial, 上面, 274
Adiantum, 鐵線草, 281
Aecidiospore, 春孢子, 249
Aecidium cup, 春孢子叢, 249
Aerobic respiration, 無限制之呼吸, 139
Agaricus, 食蕈, 251
Agave, 龍舌蘭, 108
Aggregate fruit, 集果, 313
Agriculture, 農學, 2
Air chamber, 氣室, 265
Air pore, 氣口, 265
Akene, 瘦果, 315
Akontae, 無纖毛次類, 200
Albugo, 白銹菌, 225

- Alcoholic fermentation, 酒酵, 140
- Alternation of generation, 世代交替, 218
- Amino acid, 氮氫基酸, 136
- Ammonification, 銨之作成, 169
- Ammonium, 銨, 169
- Amoeba, 原形蟲, 160
- Amoeboid movement, 原形蟲運動, 159
- Amphiphloic siphonostele, 雙韌筒狀莖, 281
- Anabolism, 物質構成, 3
- Anaphase, 後期, 27
- Anaerobic respiration, 有限制呼吸, 139
- Androsporangium, 雄孢子囊, 206
- Androspore, 雄孢子, 206
- Angiosperm, 被子類, 300
- Angle of Divergence, 葉角, 99
- Annual ring, 年輪, 81
- Annular tracheid, 環紋管胞, 63
- Annulus, 環帶, 235
- Anther, 藥, 298, 301
- Antheridium, 藏精器, 195, 214
- Anthoceros, 角苔, 267
- Antipodal cell, 反足細胞, 306
- Antipodal end, 反足端, 306

- Antipodal region, 反足部, 298
- Antitoxin, 消毒汁, 167
- Apical ring, 頂環, 208
- Aplanospore, 擬游孢子, 208
- Appetency, 需要之效, 321
- Apogeotropic, 背地性, 7
- Apohydrotropic, 背水性, 8
- Apophototropic, 背光性, 7
- Apothecium, 裸子器, 239, 257
- Archegonial chamber, 藏卵器室, 289
- Archеспорial cell, 胞源細胞, 304
- Archichlamydeae, 離瓣群, 310
- Archimycetae, 原生菌類, 220
- Ascomycetae, 八裂子菌類, 231
- Ascospore, 八裂子, 231
- Ascus, 八裂子囊, 231
- Aspermae, 無子類, 280
- Aspidium, 鳳尾草, 284
- Aster, 菊絲, 26
- Atracheata, 無導管綱, 260
- Auriculate, 耳形葉, 95
- Autobasidiomycetae, 自生擔子菌次類, 250
- Auxiliary cell, 助細胞, 218

Azotobactor, 愛走讀伯客特菌, 170

B

Bacillarieae, 矽藻類, 182

Bacteria, 細菌, 14

Bacteriology, 細菌學, 2

Banyan tree, 搬洋樹, 49

Bark, 樹皮, 88

Basidiomycetae, 擔子菌類, 244

Basidiospore, 擔子孢子, 244

Basidium, 擔子細胞, 244

Bacillus denificans, 氮質消失細菌, 167

Beggiatoa, 伯計愛圖菌, 173, 177, 178

Bennettitales, 本來蘇鐵, 286

Berry, 漿果, 314

Bicollateral, 雙系組織, 70

Binomial nomenclature, 雙名命名法, 153

Body cell, 體細胞, 294

Body nucleus, 體核, 299

Border parenchyma cell, 邊柔膜細胞, 105

Bordered pit, 有緣孔, 293

Botrydium, 大團藻, 208

Bract, 苞, 297

- Bryophyta, 蘚苔類, 261
Bud, 芽, 233
Budding, 接芽法, 芽生, 90, 238
Bud scale, 芽鱗, 53
Bud scale scar, 芽鱗痕, 53
Bundle sheath, 維管束系鞘, 72

C

- Calcium oxalate, 草化鈣, 24
Calcium pectate, 果蔬膠, 21
Callus, 療傷汁, 89
Callus plate, 塞版, 61
Calyptra, 蘚帽, 271
Calyx, 萼, 301
Cambium, 形成層, 47
Camptosorus, 鳳尾草, 148
Canna, 美人蕉, 145
Capillary force, 毛細管力, 78
Capsule, 蘚蒴, 266, 271
Capsule, 蒴果, 315
Carbohydrate, 碳水化合物, 126
Carotin, 橘色素, 129
Carpel, 心皮, 315

- Carpogonium, 藏果器, 215
Carpospore, 果孢子, 215
Caryopsis, 穎果, 315
Catalytic agent, 觸媒, 233
Catin, 明角質, 164, 177
Cell, 細胞, 20
Cell division, 細胞分裂, 25
Cell plate, 細胞板, 27
Cellulose, 細胞膜質, 纖維素, 4, 21
Cell wall, 細胞膜, 21
Centrosome, 中心體, 24
Ceratophyllum, 金魚藻, 70
Cereus, 仙人球, 93
Chara, 輪藻綱, 258
Chemosynthesis, 化合作用, 170
Chlamydomonas, 客雷買豆謀那斯, 185
Chlamydospore, 芽條芽胞, 245
Chlorenchyma, 葉綠細胞, 58
Chlorophyceae, 綠藻類, 184
Chlorophyll, 葉綠素, 22, 128
Chloroplastid (chloroplast), 葉綠體, 22, 128
Cholera, 霍亂, 166
Chromatin, 染色質, 24

- Chromoplast, 有色體, 22
- Chromosome, 染色體, 25
- Cilium, 纖毛, 162, 184
- Citrus, 柚, 94
- Cladophora, 剛毛藻, 192
- Claviceps, 麥角病菌, 242
- Class, 類, 154
- Cleft, 劈裂, 90
- Close pollination, 同花輸粉, 307
- Clostridium, 葛落時垂地亞母, 170
- Co₂, 二氧化碳, 3, 126
- Cohert, 群, 154
- Collateral, 傍系組織, 70
- Collenchyma, 厚角組織, 58
- Colony, 集合體, 179
- Columella, 菌軸, 161, 269
- Conceptacle, 芽胞房, 212
- Cone, 球果, 292
- Conjugating tube, 接合管, 200
- Companion cell, 伴細胞, 62
- Conidia, 分生子, 222, 225
- Conidiophore, 分生子柄, 222, 225
- Connate, 並蒂葉, 95

- Contractile vacuole, 伸縮胞, 175
Convergent, 射出, 104
Cordyceps, 冬蟲夏草, 242
Cork, 栓皮, 53, 87
Corolla, 花冠, 301
Cortex, 厚皮, 42
Cotyledon, 子葉, 310
Crown cell, 冠細胞, 260
Cross pollination, 異花輸粉, 307
Cross section, 橫切面, 83
Crystal, 結晶體, 23
Cuscuta, 兔絲子, 92
Cuticle, 角皮, 43, 164, 185
Cycadofilicales, 蘇鐵羊齒, 286
Cycas, 蘇鐵, 287
Cyst, 厚膜孢子, 176
Cystocarp, 囊果, 216
Cytoplasm, 細胞液, 22

D

- Dehiscent fruit, 裂果, 315
Denitrification, 氮之消失, 167
Desmid, 鼓藻, 204

- Diageotropic, 順地性, 8
Diaphototropic, 順光性, 8
Dichotomous, 叉生性, 211, 262
Dicotyledoneae, 雙子葉次類, 310
Dioecious, 雌雄異株, 265, 307
Diphtheria, 白喉, 166
Diploid chromosomes, 倍數染色體, 203, 214
Discomycetae, 盤狀菌次類, 239
Divergent, 掌狀, 104
Dominant character, 優性, 325
Double fertilization, 雙受精, 308
Drosera, 日露草, 146
Drupe, 核果, 314
Dry fruit, 乾果, 315

E

- Ecology, 環象學, 2, 5
Ectocarpus, 外子藻, 210
Ectophloic siphonostele, 外韌筒狀莖, 283
Ectoplasm, 原形膜, 22, 39
Egg, 卵, 185, 195, 306
Eichhornia, 鳳眼蘭, 145
Elater, 彈絲, 267, 280

- Eleagnus, 胡頹子, 112
- Elongating-zone, 延長部, 27
- Embryo, 胚, 271
- Embryo cell, 胚細胞, 309
- Embryophyta, 胚胎植物, 260
- Embryo sac, 胚囊, 301
- Endarch, 內弧式, 283
- Endocarp, 內果皮, 312
- Endodermis, 內皮層, 43, 59
- Endosperm, 內胚乳, 292, 309
- Endosporeae, 內子次類, 163
- Endothecium, 孢子內被, 305
- Environment, 環境, 5
- Ephedra, 麻黃, 296
- Epicotyl, 上軸, 319
- Epidermis, 表皮, 42
- Epiphyte, 表皮寄生, 280
- Equisetum, 木賊, 278
- Erysipelas, 丹毒, 166
- Ethyl-alcohol, 醇酒精, 140
- Euglena, 綠藻蟲菌, 176
- Eumycetes, 真菌綱, 219
- Euphorbia, 一品紅, 148

- Euphyctes, 眞藻綱, 174
Euryale, 芡實, 97
Exarch, 外弧式, 283
Exoascus, 外子囊菌, 237
Exocarp, 外果皮, 312
Exodermis, 外皮層, 46
Exosporeae, 外子次類, 163

F

- Facultative parasite, 暫時寄生, 223
Facultative saprophyte, 暫時死物寄生, 223
Family, 科, 154
Fermentation, 發酵作用, 140
Fertilization, 受精作用, 195, 307
Fiber tracheid, 纖維管胞, 66
Ficus, 無花果屬, 49
Filament, 花絲, 298, 301
Flagellatae, 蟲菌藻類, 175
Flagellum, 纖匐枝, 164, 176
Fleshy fruit, 肉果, 314
Fleshy layer, 肉層, 289
Follicle, 蓇葖, 315
Forestry, 林學, 2

- Fragaria, 蛇莓, 92
Fucoxanthin, 褐色素, 210
Fucus, 馬尾藻, 211
Funiculus, 珠柄, 301
Fungi, 真菌, 14
Fungi Imperfecti, 不完全菌類, 255
Fusion nucleus, 混核, 308

G

- Gases diffusion, 氣體散漫, 127
Gamete, 游孢子, 159, 175, 185
Gametophyte, 配偶體, 219, 261
Gametophyte generation, 配偶代, 214
Geaster, 地星菌, 253
Generative cell, 有性細胞, 289
Genus, 屬, 154
Germinal, 生殖者, 324
Germinal selection, 生殖細胞之選擇, 324
Germination, 萌發, 196
Ginkgo, 銀杏, 291
Gleba, 造子器, 255
Gleichenia, 芒箕骨, 281
Gonidium, 綠粒體, 179

- Grafting, 接枝法, 90
Guard cell, 保護細胞, 114
Gum, 護膜, 69
Gymnospermae, 裸子類, 286

H

- Haploid chromosome, 單數染色體, 203, 214
Haustoria, 吸根, 225
H₂ CO₃, 碳酸, 128
Head cell, (capitulum), 頭細胞, 259
Hepaticae, 苔類, 261
Hesperidium, 柑果, 314
Heterocyst, 境界細胞, 178, 179
Heterokontae, 不等纖毛次類, 208
Hilum, 種臍, 316
Histology, 組織學, 2
Horticulture, 園藝學, 2
Host, 宿主(寄主), 47, 219
Humus, 物化泥, 13
Hydration, 儲水作用, 38
Hydration of collôid, 吸水膠質, 38
Hydrodictyon, 水網, 192
Hydrophyte, 水生植物, 121

- Hydrostatic, 存水土壤, 13
Hymenium, 子囊層, 239
Hypha, 菌絲, 220
Hypocotyl, 胚軸, 319
Hypothallus, 菌底, 160
Hypothecium, 子囊下層, 239

I

- Indusium, 被包, 285
Insect pollination, 蟲媒, 307
Inner Integument, 內珠被, 301
Integument, 珠被, 289, 298
Inter node, 節間, 53
Ipomaea, 甘藷, 93
Iris, 鳶尾, 98
Isokontae, 二等纖毛次類, 185

K

- Katabolism, 物質破壞, 3

L

- Lactic acid, 乳酸, 141
Lacunae, 氣道, 118

- Lamellae, 菌褶, 251
Lamina (blade), 葉身, 93
Large vein, 大脈, 105
Lateral bud, 側芽, 54
Latex tube, 乳管, 68
Leaf gap, 葉口, 274
Leaf mosaic, 葉叢, 97
Leaf scar, 葉痕, 123
Legume, 莢果, 315
Lenticel, 皮孔, 53, 88
Leucoplast, 白色體, 22
Lichen, 地衣綱, 256
Lignified, 木質化: 21
Limnanthemum, 蒼菜, 97
Litmus, 石蕊, 256
Loam, 肥土, 14
Longitudinal section, 縱切面, 83
Lycopodium, 石松屬, 274
Lycopsida, 石松目, 273

M

- Male cell, 精子, 294
Male nucleus, 精核, 294

- Manubrium, 楯柄, 259
- Marchantia, 地錢, 265
- Medullary ray, 射髓, 67
- Megasporangium, 大孢子囊, 276
- Megaspore, 大孢子, 276
- Megasporophyll, 大孢子葉, 276
- Mendel's Law, 門德爾律, 324
- Meristem-zone, 分裂層, 27
- Mesarch, 中弧式, 283
- Mesocarp, 中果皮, 312
- Mesophyll, 葉肉, 22, 118
- Mesophytes, 氣生植物, 121
- Metabolism, 轉換作用, 3
- Metachlamydeae, 合瓣群, 310
- Metaphase, 中期, 26
- Metaplexis, 蘿藦, 68
- Metaxylem, 次生木質部, 62
- Micropylar end, 珠孔端, 306
- Micropylar region, 珠孔部, 298
- Micropylar tube, 珠孔管, 298
- Micropyle, 胚孔, 289
- Microsporangium, 小孢子囊, 277
- Microspore, 小孢子, 277

- Microspore mother cell (Pollen grain mother cell), 粉母細胞, 305
- Microsporophyll, 小孢子葉, 277
- Middle Lamella, 中褶, 21
- Midrib, 中肋, 103, 105
- Monoecious, 雌雄同株, 307
- Monocotyledoneae, 單子葉次類, 310
- Monstera, 龜背竹, 49
- Morchella, 羊肚菌, 241
- Morphology, 形態學, 2
- Muck, 肥料, 14
- Multicostate, 複肋, 104
- Multiple fruit, 複果, 313
- Musa, 芭蕉, 97
- Muscae, 蠅類, 269
- Mutation, 突變, 323
- Mycelium, 菌組織, 220
- Mycetozoa, 菌性動物, 163
- Mycomycetes, 菌狀菌目, 231
- Myxogastreae, 真變形菌類, 163
- Myxomycetes, 膠質菌綱, 159
- Myxophyceae, 藍藻類, 177

N

- Nasturtium, 望日蓮, 97
Natural selection, 天擇, 321
Nectary gland, 蜜腺, 301
Nelumbo, 荷花, 97
Nemalion, 海索麵, 214
Nerium, 夾竹桃, 109, 122
Nitrate, 硝酸鹽, 14, 167
Nitrification, 硝酸鹽之作成, 169
Nitrite, 亞硝酸鹽, 168
Nitrobactor, 伯客特氮菌, 169
Nitrogen fixation, 氮之裝置, 170
Nitromonas, 謀那斯氮菌, 169
Node, 節, 52
Nostoc, 念珠藻, 179
Nucellus, 珠心, 301
Nucleus, 核, 24
Nuclear membrane, 核膜, 24
Nuclear net, 核網, 24
Nucleolus, 小核, 24
Nut, 核果, 315

O

- Obligate parasite, 純寄生, 222

- Obligate saprophyte, 純死物寄生, 223
- Oedogonium, 輪毛絲藻, 205
- Oil gland, 油囊, 70
- Oomycetae, 卵菌類, 222
- Oogonium, 藏卵器, 195
- Operculum, 薺蓋, 271
- Opium, 鴉片, 69
- Optimum-temperature, 天惠溫度, 10
- Order, 區, 154
- Oscillatoria, 顛藻, 178
- Osmosis, 滲透作用, 37
- Osmunda, 蕨, 282
- Ostiole, 菌口, 242
- Ostium, 胞孔, 213
- Outer Integument, 外珠被, 301
- Ovary, 子房, 301
- Ovulate strobilus, 雌性子囊穗, 294
- Ovule, 胚珠, 287, 301
- Oxalic acid, 草酸, 24

P

- Paleobotany, 化石學, 2
- Palisade, layer, 柵狀組織, 118

-
- Palmella state, 膠球, 187
- Paraphyses, 側絲, 213, 239
- Parallel venation, 平行葉脈, 104
- Parasite, 寄生, 219
- Parenchyma, 柔膜組織, 58
- Parenchyma cell, 柔膜細胞, 42, 58
- Parthenocissus, 爬牆虎, 96
- Passage cell, 穿過細胞, 44
- Pathology, 病理學, 2
- Peat, 泥炭, 14
- Pediastrum, 裴地愛斯查門, 192
- Pelargonium, 洋繡球, 111
- Peltate, 盾形葉, 95
- Penicillum, 麴菌, 235
- Pepo, 匏果, 314
- Perfoliate, 穿莖葉, 95
- Perianth, 花蓋, 298, 301
- Pericarp, 果皮, 312
- Pericentral cell, 周心細胞, 218
- Pericycle, 維管束鞘, 44
- Peridinieae, 被膜蟲藻類, 182
- Peridinium, 被膜蟲藻, 182
- Peridium, 子囊皮, 253

- Peridium, 囊皮, 162
- Peristome, 蘇齒, 271
- Perithecium, 子實層, 236
- Petal, 花瓣, 301
- Petiolate (stalked), 有柄葉, 95
- Petiole, 葉柄, 93
- Petioled, 側柄葉, 95
- Peziza, 茶碗茸菌, 239
- Phaeophyceae, 褐藻類, 210
- Phallus, 鼈蕈, 254
- Pharmacology, 藥物學, 2
- Phellogen, 栓皮形成層, 87
- Phloem, 韌皮部, 45
- Phloem parenchyma cell, 韌皮部柔膜細胞, 62
- Phosphates, 磷酸鹽, 14
- Photoperiodism, 光期, 11
- Photosynthesis, 光力合成作用, 5, 126
- Phycocyanin, 藍色素, 177
- Phycocerythrin, 紅色素, 214
- Phyllactina, 粉微, 236
- Phyllotaxis, 葉序法, 99
- Phyllotaxy, 葉序, 99
- Physiology, 生理學, 2

- Phycomycetes, 寄生膠菌類, 162
- Pileus, 菌傘, 251
- Pinus, 松, 292
- Pistil, 雌蕊, 301
- Pith, 髓, 46
- Pitted vessel, 孔紋導管, 65
- Plasmodium, 原形體, 159
- Plastid, 色體, 22
- Plectomycetae, 硬殼菌次類, 232
- Plumule, 幼芽, 310, 319
- Pneumonia, 肺炎, 166
- Polarity, 辨向性, 50
- Polar nuclei, 極核, 306
- Pollen chamber, 花粉室, 289, 298, 304
- Pollen grain, 花粉, 289
- Pollen tube, 花粉管, 299
- Pollination, 輸粉法, 307
- Polyhedra, 多角厚孢子, 194
- Polyporus, 多孔菌, 250
- Polysiphonia, 多筒藻, 216
- Polystele, 多組莖, 282
- Pome, 梨果, 314
- Potamogeton, 眼子菜, 51

- Potash, 苛性鉀, 碳酸鉀, 14, 175
- Primary wall cell, 原膜細胞, 304
- Primary phloem, 初生韌皮部, 47, 61
- Primary sporogenous cell, 原孢子囊細胞, 304
- Primary xylem, 初生木質部, 47, 62
- Procarp, 原果器, 215
- Proembryo, 原胚, 292
- Proembryonic cell, 原胚細胞, 299
- Progeotropic, 向地性, 7
- Prohydrotropic, 向水性, 7
- Prop-root, 氣根, 49
- Prophase, 前期, 26
- Prophototropic, 向光性, 7
- Proteus, 普魯特細菌, 169
- Prothallus, 原葉體, 285
- Protobasidiomycetae, 原生擔子菌次類, 245
- Protococcus, 原生圓藻, 190
- Protonema, 絲狀體, 272
- Protoplasm, 原形質, 21, 159
- Protostele, 原生莖, 281
- Protoxylem, 原生木質部, 62
- Protozoa, 原生動物, 14
- Pteris, 甘草蕨, 282

- Pteropsida, 羽狀目, 273
Puccinia, 麥銹菌, 246
Pulvinus, 葉褥, 94
Putrefaction, 腐亂, 167
Pyrenoid, 澱粉核, 186, 201
Pyrenomycetae, 焦炭菌次類, 242

R

- Radial section, 光射切面, 83
Radicle, 幼根, 310, 319
Receptacle, 芽胞托, 212
Receptive spot, 受精處, 206
Recessive character, 劣性, 325
Red-eye-spot, 赤眼點, 176
Reduction division, 減數分裂, 204
Reproductive leaf (sporophyll), 繁殖葉 (孢子葉), 274
Reproductive stage, 繁殖期, 159
Resin, 樹膠, 85
Resin duct, 樹脂道, 68
Respiration, 呼吸作用, 137
Resting spore, 休眠孢子, 182
Resting stage, 靜止期, 25
Reticulate venation, 網狀葉脈, 103

- Reticulate tracheid, 網紋管胞, 63
Rhizoid, 假根, 205
Rhizome, 地下莖, 279
Rhizopus, 黴菌, 227
Rhodophyceae, 紅藻類, 214
Riccia, 浮苔, 262
Ricinus, 蓖麻子, 104
Rivularia, 端毛藻, 179
Rosette cell, 胚結, 296
Root, 根, 319
Root-cap, 根冠, 27
Root-hair, 根毛, 34
Root-hair-zone, 根毛部, 27
Root-pocket, 根囊, 34
Rubber, 橡皮, 69
Russian thistle, 麻線草, 322

S

- Saccharomyces, 酵母菌, 232
Samara, 翼果, 315
Saprolegnia, 水黴, 222
Saprophyte, 死物寄生, 219
Sarracenia, 瓶葉草, 146

- Secondary meristem, 再度生長層, 87
- Secondary phloem, 再生韌皮部, 47, 61
- Secondary xylem, 再生木質部, 47, 62
- Section, 目, 154
- Selaginella, 卷柏, 276
- Semipermeable-membrane, 半透膜, 37
- Sepal, 萼片, 301
- Sequoia, 檜樅, 51
- Sessile, 無柄葉, 95
- Seta, 蘚柄, 266
- Scalariform vessel, 階紋導管, 66
- Scenedesmus, 斯容利對斯馬, 192
- Schizocarp, 裂果, 315
- Schizomycetes, 細菌綱, 164
- Schlumbergera, 蟹爪花, 11
- Sclerenchyma, 硬膜組織, 59
- Sclerotium, 菌角, 243
- Seytonema, 單列藻, 180
- Sheath, 鞘, 94
- Shield, 盾片, 259
- Sieve hole, 篩孔, 61
- Sieve plate, 篩版, 61
- Sieve tube, 篩管, 61

- Silica, 石英, 71, 278
- Simple fruit, 單果, 313
- Siphonmycetes. 菌藻目, 220
- Somatic, 生體者, 324
- Sorus, 子囊群, 孢子叢, 285, 248
- Species. 種, 154
- Spectroscope, 分光鏡, 130
- Sperm, 精子, 185, 195
- Spermagonium, 雄性器, 249
- Spermatium, 精子體, 雄精體, 217, 249
- Sperm mother cell, 精母細胞, 289
- Spindle, 紡錘絲, 24, 26
- Spiral tracheid, 螺旋紋管胞, 63
- Spireme, 螺旋絲, 25
- Spirogyra, 水綿, 201
- Spongy cell, 海棉層, 105
- Spongy layer, 海棉組織, 118
- Sporangiophore, 孢子囊柄, 228
- Sporangium, 游走子囊, 197
- Spore, 孢子, 159
- Spore case, 孢子囊, 160, 253, 274
- Sporogenous cell, 子囊細胞, 304
- Sporophyll, 孢子葉, 274

- Sporophyte, 芽胞體, 219, 261
Sporophyte generation, 芽胞代, 213
Stalk cell, 柄細胞, 289, 294
Stalk nucleus, 柄核, 298
Stamen, 雄蕊, 301
Staminate flower, 雄花, 297
Staminate strobilus, 雄性子囊穗, 293
Starch grain, 澱粉粒, 78
Starch sheath, 澱粉鞘, 59
Stemonitis, 黑絲黏菌, 160
Stephanokontae, 環生纖毛次類, 204
Sterigma, 擔子柄, 250
Stigma, 柱頭, 301
Stigonema, 多列藻, 180
Stinging hair, 毒毛, 112
Stipe, 菌柄, 160, 251
Stipule, 托葉, 94
Stolen, 匍枝, 227
Stoma, 氣孔, 53, 114
Stone cell, 石細胞, 59
Stony layer, 石層, 239
Strawberry, 楊梅, 313
Strobilus, 子囊穗, 274, 276

- Stroma, 子實體, 粒體, 242, 128
Struggle for existence, 生存競爭, 322
Style, 花柱, 301
Suberin, 栓質, 87
Subhymenium, 子囊中層, 239
Subphylum, 綱, 154
Subsidiary cell, 助細胞, 115
Survival of the fittest, 優生劣敗, 322
Suspensor, 胚柄, 229, 296
Suspensor cell, 胚柄細胞, 310
Symbiosis, 共生, 257
Synchytrium, 集囊瓶菌, 221
Synergids, 助胎細胞, 306

T

- Tangential section, 正切面, 83
Tannin, 鞣皮酸, 85
Tapetum, 絨氈細胞, 305
Taraxacum, 蒲公英, 18, 68
Taxonomy, 分類學, 2
Telentosorus, 冬孢子叢, 248
Telentospore, 冬孢子, 248
Telophase, 末期, 27

- Terminal bud, 頂芽, 54
Tetrasporic plant, 四裂子植物, 218
Thallophyta, 葉狀體植物, 158, 260
Tolypothrix, 叉絲藻, 180
Tomato, 西紅柿, 314
Toxin, 病毒, 167
Tracheata, 導管綱, 273
Tracheary cell, 管胞, 45
Tracheid, 管胞, 63
Transpiration, 蒸發作用, 142
Trapa, 菱角, 103
Trichogyne, 受精毛, 215
Trichome, 毛細胞, 110
Tuberculosis, 肺癆, 166
Tube nucleus, 管核, 289
Tumboa, 通波亞, 298
Tussieua, 水龍, 49
Typha, 蒲草, 98
Typhoid, 腸熱病, 166

U

- Ulothrix, 單絲藻, 198
Umcostate, 單肋, 103

Uredosorus, 夏孢子叢, 246

Uredospore, 夏孢子, 246

Ustilago, 黑穗病菌, 245

Utricularia, 狸藻, 147

Y

Vacuole, 空胞, 23

Vagina, 葉基, 93

Variation, 漸化, 322

Vascular bundle scar, 維管束痕, 124

Vascular bundle system, 維管束系, 45

Vascular cylinder, 中柱, 60, 274

Vaucheria, 無節藻, 195

Vegetative stage, 生長期, 159

Vein, 脈, 103

Veinlet, 微脈, 105

Velamen, 根被, 46

Venation, 脈序, 103

Verbascum, 母倫, 111

Vessel, 導管, 65

Viola, 堇菜, 11

Volvox, 團藻, 189

W

Whip, 揮削, 90

Wind pollination, 風媒, 307

Winged petiole, 翼柄, 94

Wood fiber, 木質纖維, 59, 60

X

Xerophytic, Xerophytes, 乾生植物, 122, 278

Xylem, 木質部, 45

Xylem parenchyma, 木質部柔膜細胞, 66

Y

Yeast, 酵母菌, 140

Z

Zamia, 西米, 287

Ziziphus, 棗, 104

Zoospore, 游走子, 162, 175, 185

Zygomycetae, 結合菌類, 226

Zymase, 酵素, 233

Zygote (zygospore) 結合子, 175, 185, 196

索 引

一 畫

一品紅, *Euphorbia*, 148

二 畫

二氧化碳, CO_2 , 3, 126

二等纖毛次類, *Isokontae*, 185

八裂子, *Ascospore*, 231

八裂子菌類, *Ascomycetae*, 231

八裂子囊, *Ascus*, 231

三 畫

子房, *Ovary*, 301

子葉, *Cotyledon*, 310

子實層, *Perithecium*, 236

子實體, *Stroma*, 242

子囊皮, *Peridium*, 253

子囊細胞, *Sporogenous cell*, 304

子囊羣, *Sorus*, 285

子囊穗, *Strobilus*, 274, 276

子囊下層, *Hypothecium*, 239

- 子囊中層, Subhymenium, 239
子囊層, Hymenium, 239
大孢子, Megaspore, 276
大孢子葉, Megasporophyll, 276
大孢子囊, Megasporangium, 276
大脈, Large vein, 105
大團藻, Botrydium, 203
小孢子, Microspore, 277
小孢子葉, Microsporophyll, 277
小孢子囊, Microsporangium, 277
小核, Nucleolus, 24
上面, Adaxial, 274
上軸, Epicotyl, 319
下面, Abaxial, 280
叉生性, Dichotomous habit, 211, 262
叉絲藻, Tolypothrix, 180

四 畫

- 中柱, Vascular cylinder, 60, 274
中肋, Midrib, 103, 105
中期, Metaphase, 26
中褶, Middle Lamella, 21
中心體, Centrosome, 24

- 中果皮, Mesocarp, 312
中弧式, Mesarch, 283
內皮層, Endodermis, 43, 59
內果皮, Endocarp, 312
內胚乳, Endosperm, 292, 309
內珠被, Inner Integument, 301
內弧式, Endarch, 283
內子次類, Endosporeae, 163
分生子, Conidia, 222, 225
分生子柄, Conidiophore, 222, 225
分光鏡, Spectroscope, 130
分裂層, Meristem-zone, 27
分類學, Taxonomy, 2
水綿, Spirogyra, 201
水網, Hydrodictyon, 192
水龍, Tussieua, 49
水黴, Saprolegnia, 222
水生植物, Hydrophyte, 121
木賊, Equisetum, 278
木質化, Lignified, 21
木質部, Xylem, 45
木質纖維, Wood fiber, 59, 66
木質部柔膜細胞, Xylem parenchyma, 66

- 反足部, Antipodal region, 298
反足端, Antipodal end, 306
反足細胞, Antipodal cell, 306
不完全菌類, Fungi imperfecti, 255
不等纖毛次類, Heterokontae, 208
毛細胞, Trichome, 110
毛細管之力, Capillary force, 78
天擇, Natural selection, 321
天惠溫度, Optimum-temperature, 10
化石學, Paleobotany, 2
化合作用, Chemosynthesis, 170
孔紋導管, Pitted vessel, 65
心皮, Carpel, 315
日露草, Drosera, 146
丹毒, Erysipelas, 166

五 畫

- 外子藻, Ectocarpus, 210
外皮層, Exodermis, 46
外果皮, Exocarp, 312
外弧式, Exarch, 283
外珠被, Outer Integument, 301
外子次類, Exosporeae, 163

- 外子囊菌, Exoascus, 237
- 外韌筒狀莖, Ectophloic siphonostele, 283
- 石英, Silica, 71, 278
- 石層, Stony layer, 289
- 石蕊, Litmus, 256
- 石細胞, Stone cell, 59
- 石松目, Lycopsidea, 273
- 石松屬, Lycopodium, 274
- 生理學, Physiology, 2
- 生長期, Vegetative stage, 159
- 生體者, Somatic, 324
- 生殖者, Germinal, 324
- 生存競爭, Struggle for existence, 322
- 生殖細胞之選擇, Germinal selection, 324
- 幼芽, Plumule, 310, 319
- 幼根, Radicle, 310, 319
- 冬孢子, Teleutospore, 248
- 冬孢子囊, Teleutosorus, 248
- 冬蟲夏草, Cordyceps, 242
- 白喉, Diphtheria, 166
- 白色體, Leucoplast, 22
- 白銹菌, Albugo, 225
- 甘藷, Ipomaea, 93

- 甘草蕨, *Pteris*, 282
皮孔, Lenticel, 53, 88
目, Section, 154
末期, Telophase, 27
半透膜, Semipermeable membrane, 37
正切面, Tangential section, 83
仙人球, *Cereus*, 93
本來蘇鐵, Bennettitales, 286
平行葉脈, Parallel venation, 104
四裂子植物, Tetrasporic plant, 218
世代之交替, Alternation of Generation, 218

六 畫

- 有色體, Chromoplast, 22
有柄葉, Petiolate (stalked), 95
有緣孔, Bordered pit, 293
有性細胞, Generative cell, 289
有限制之呼吸, Anaerobic respiration, 139
多孔菌, Polyporous, 250
多列藻, *Stigonema*, 180
多筒藻, *Polysiphonia*, 216
多組莖, *Polystele*, 282
多角之厚孢子, *Polyhedra*, 194

- 地錢, *Marchantia*, 265
- 地下莖, *Rhizome*, 279
- 地衣綱, *Lichen*, 256
- 地星菌, *Geaster*, 253
- 光期, *Photoperiodism*, 11
- 光射切面, *Radial section*, 83
- 光力合成作用, *Photosynthesis*, 5, 126
- 再生木質部, *Secondary xylem*, 47, 62
- 再生韌皮部, *Secondary phloem*, 47, 61
- 再度生長層, *Secondary meristem*, 87
- 向水性, *Prohydrotropic*, 7
- 向光性, *Prophototropic*, 7
- 向地性, *Progeotropic*, 7
- 西米, *Zamia*, 287
- 西紅柿, *Tomata*, 314
- 肉果, *Fleshy fruit*, 314
- 肉層, *Fleshy layer*, 289
- 次生木質部, *Metaxylem*, 62
- 共生, *Symbiosis*, 257
- 色體, *Plastid*, 22
- 母倫, *Verbascum*, 111
- 年輪, *Annual-ring*, 81
- 托葉, *Stipule*, 94

- 劣性, Recessive character, 325
 羊肚菌, Morchella, 241
 耳形葉, Auriculate, 95
 羽狀目, Pteropsida, 273
 合瓣羣, Metachlamydeae, 310
 同花輸粉, Close pollination, 307
 休眠孢子, Resting spore, 182
 存水土壤, Hydrostatic, 13
 死物寄生, Saprophyte, 219
 自生擔子菌次類, Autobasidiomycetae, 250

七 畫

- 伯客特氮菌, Nitrobactor, 169
 伯計愛圖菌, Beggiatoa, 173, 177, 178
 伯斯拉斯細菌, Bacillus, 169
 角皮, Cuticle, 43, 164, 185
 角苔, Anthoceros, 267
 卵, Egg, 185, 195, 306
 卵菌類, Oomycetae, 222
 吸根, Haustoria, 225
 吸水膠質, Hydration of colloid, 38
 助細胞, Auxiliary cell, 218
 助細胞 (助護細胞), Subsidiary cell, 115

- 助胎細胞, Synergid, 306
初生木質部, Primary xylem, 47, 62
初生韌皮部, Primary phloem, 47, 61
形成層, Cambium, 47
形態學, Morphology, 2
夾竹桃, Nerium, 109, 122
芒箕骨, Gleichenia, 281
赤眼點, Red-eye-spot, 176
伴細胞, Companion cell, 62
伸縮胞, Contractile vacuole, 175
延長部, Elongating-zone, 27

八 畫

- 花冠, Corolla, 301
花柱, Style, 301
花絲, Filament, 298, 301
花粉, Pollen grain, 289
花蓋, Perianth, 298, 301
花瓣, Petal, 301
花粉室, Pollen chamber, 289, 298, 301
花粉管, Pollen tube, 299
胚, Embryo, 271
胚乳, Micropyle, 289

-
- 胚柄, Suspensor, 229, 296
胚軸, Hypocotyle, 319
胚珠, Ovule, 287, 301
胚結, Rosette cell, 296
胚囊, Embryo sac, 301
胚細胞, Embryo cell, 309
胚柄細胞, Suspensor cell, 310
胚胎植物, Embryophyta, 260
受精作用, Fertilization, 195, 307
受精毛, Trichogyne, 215
受精處, Receptive spot, 206
果皮, Pericarp, 312
果孢子, Carpospore, 215
果蔬膠, Calcium pectate, 21
乳管, Latex tube, 68
乳酸, Lactic acid, 141
表皮, Epidermis, 42
表皮寄生, Epiphyte, 280
物化泥, Humus, 13
物質破壞, Katabolism, 3
物質構成, Anabolism, 3
肥土, Loam, 14
肥料, Muck, 14

- 泥炭, Peat, 14
林學, Forestry, 2
松, Pinus, 292
芭蕉, Musa, 97
芡實, Euryale, 87
油囊, Oil gland, 70
空胞, Vacuole, 23
明角質, Chitin, 164, 177
並蒂葉, Connate, 95
矽藻類, Bacillarieae, 182
念珠藻, Nostoc, 179
金魚藻, Ceratophyllum, 70
兔絲子, Cuscuta, 92
爬牆虎, Parthenocissus, 96
呼吸作用, Respiration, 137
亞硝酸鹽, Nitrite, 168
周心細胞, Pericentral cell, 218
門德爾律, Mendel's law, 324

九 畫

- 芽, Bud, 233
芽生, Budding, 238
芽鱗, Bud scale, 53

-
- 芽鱗痕, Bud scale scar, 53
芽胞托, Receptacle, 212
芽胞房, Conceptacle, 212
芽胞代, Sporophyte generation, 213
芽胞體, Sporophyte, 219, 261
芽條芽胞, Chlamydo-spore, 245
胞孔, Ostium, 213
孢子, Spore, 159
孢子葉, Sporophyll, 274
孢子囊, Spore case, 160, 253, 274
孢子叢, Sorus, 248
孢子囊柄, Sporangiphore, 228
孢子內被, Endothecium, 305
胞源細胞, Archesporial cell, 304
苞, Bract, 297
厚皮, Cortex, 42
厚角組織, Collenchyma, 58
厚膜孢子, Cyst, 176
春孢子, Aecidiospore, 249
春孢子叢, Aecidium cup, 249
柔膜細胞, Parenchyma cell, 42, 58
柔膜組織, Parenchyma, 58
紅色素, Phycoerythrin, 214

- 紅藻類, Rhodophyceae, 214
柄核, Stalk nucleus, 298
柄細胞, Stalk cell, 289, 294
肺炎, Pneumonia, 166
肺癆, Tuberculosis, 166
碳酸, H_2CO_3 , 128
碳酸鉀, Potash, 175
前期, Prophase, 26
後期, Anaphase, 27
毒毛, Stinging hair, 112
突變, Mutation, 323
科, Family, 154
柚, Citrus, 94
柑果, Hesperidium, 314
柱頭, Stigma, 301
卷柏, Selaginella, 276
食蕈, Agaricus, 251
苔類, Hepaticae, 261
美人蕉, Canna, 145
洋繡球, Pelargonium, 111
胡頹子, Eleagnus, 112
盾形葉, Peltate, 95
冠細胞, Crown cell, 260

- 風媒，Wind pollination, 307
 苛性鉀，Potash, 14
 柵狀組織，Palisade layer, 118
 保護細胞，Guard cell, 114
 客雷買豆謀拉斯，Chlamydomonas, 185

十 畫

- 原胚，Proembryo, 292
 原果器，Procarp, 215
 原形質，Protoplasm, 21, 159
 原形膜，Ectoplasm, 22
 原形體，Plasmodium, 159
 原形蟲，Amoeba, 160
 原葉體，Prothallus, 285
 原生莖，Protostele, 281
 原生動物，Protozoa, 14
 原生原藻，Protococcus, 190
 原生菌類，Archimycetae, 220
 原胚細胞，Proembryonic cell, 299
 原膜細胞，Primary wall cell, 304
 原形蟲運動，Amoeboid movement, 159
 原子囊細胞，Primary sporogenous cell, 304
 原生木質部，Protoxylem, 62

- 原生擔子菌次類, Protobasidiomycetae, 245
- 珠心, Nucellus, 301
- 珠柄, Funiculus, 301
- 珠被, Integument, 289, 298
- 珠孔部, Micropylar region, 298
- 珠孔端, Micropylar end, 306
- 珠孔管, Micropylar tube, 298
- 氣口, Air pore, 265
- 氣孔, Stoma, 53, 114
- 氣室, Air chamber, 265
- 氣道, Lacunae, 118
- 氣根, Prop-root, 49
- 氣生植物, Mesophyte, 121
- 氣體之散漫, Gases diffusion, 127
- 被包, Indusium, 285
- 被子類, Angiosperm, 300
- 被膜蟲藻, Peridinium, 182
- 被膜蟲藻類, Peridinieae, 182
- 根, Root, 32, 319
- 根冠, Root cap, 27
- 根被, Velamen, 46
- 根囊, Root pocket, 34
- 根毛, Root hair, 34

-
- 根毛部, Root-hair-zone, 27
- 核, Nucleus, 24
- 核膜, Nuclear membrane, 24
- 核網, Nuclear net, 24
- 核果, Nut, 315
- 核果, Drupe, 314
- 栓皮, Cork, 53, 87
- 栓質, Suberin, 87
- 栓皮形成層, Phellogen, 87
- 配偶代, Gametophyte generation, 214
- 配偶體, Gametophyte, 219, 261
- 真菌, Fungi, 14
- 真菌綱, Eumycetes, 219
- 真藻綱, Euphycetes (Algae), 174
- 真變形菌類, Myxogastreae, 163
- 海索類, Nematode, 214
- 海棉層, Spongy cell, 105
- 海棉組織, Spongy layer, 118
- 浮苔, Riccia, 262
- 消毒汁, Antitoxin, 167
- 酒酵, Alcoholic fermentation, 140
- 染色質, Chromatin, 24
- 染色體, Chromosome, 25

- 紡錘絲, Spindle, 24, 26
- 純寄生, Obligate parasite, 222
- 純死物寄生, Obligate saprophyte, 223
- 背水性, Apohydrotropic, 8
- 背光性, Apophototropic, 7
- 背地性, Apogeotropic, 7
- 夏孢子, Uredospore, 246
- 夏孢子叢, Uredosorus, 246
- 粉微, Phyllactina, 236
- 粉母細胞, Microspore mother cell(Pollen grain mother cell) 305
- 射出, Convergent, 104
- 射髓, Medullary ray, 67
- 病毒, Toxin, 167
- 病理學, Pathology, 2
- 穿莖葉, Perfoliate, 95
- 穿過細胞, Passage cell, 44
- 草酸, Oxalic acid, 24
- 草化鈣, Calcium oxalate, 24
- 茶碗茸菌, Peziza, 239
- 狸藻, Utricularia, 147
- 剛毛藻, Cladophora, 198
- 馬尾藻, Fucus, 211
- 瓶葉草, Sarracenia, 146

- 通波亞, Tumboa, 298
造子器, Gleba, 255
脈序, Venation, 103
宿主 (寄主), Host, 219, 47
檫櫟, Sequoia, 51
倍數染色體, Diploid chromosomes, 203, 214

十 一 畫

- 細菌, Bacteria, 14
細菌學, Bacteriology, 2
細菌綱, Schizomycetes, 164
細胞, Cell, 20
細胞板, Cell plate, 27
細胞液, Cytoplasm, 22
細胞膜, Cell wall, 21
細胞膜質, Cellulose, 4
細胞之分裂, Cell division, 25
組織學, Histology, 2
側芽, Lateral bud, 54
側絲, Paraphyses, 213, 239
側柄葉, Petioled, 95
假根, Rhizoid, 205
接芽法, Budding, 90

- 接枝法, Grafting, 90
- 接合管, Conjugating tube, 200
- 乾果, Dry fruit, 315
- 乾生植物, Xerophyte (Xerophytic), 122, 278
- 寄生, Parasite, 219
- 寄生膠菌類, Phytomyxae, 162
- 頂芽, Terminal bud, 54
- 頂環, Apical ring, 208
- 麥銹菌, Puccinia, 246
- 麥角病菌, Claviceps, 242
- 麻黃, Ephedra, 296
- 麻線草, Russian thistle, 322
- 蒼菜, Limnanthemum, 97
- 莢果, Legume, 315
- 堇菜, Viola, 11
- 荷花, Nelumbo, 97
- 匏果, Pepo, 314
- 混核, Fusion nucleus, 308
- 球果, Cone, 292
- 粒體, Stroma, 128
- 匍枝, Stolon, 227
- 蛇莓, Fragaria, 92
- 望日蓮, Nasturtium, 97

- 眼子菜, Potamogeton, 51
異花輸粉, Cross pollination, 307

十二畫

- 菌口, Ostiole, 242
菌角, Sclerotium, 243
菌底, Hypothallus, 160
菌傘, Pileus, 251
菌絲, Hypha, 220
菌軸, Columella, 161, 269
菌柄, Stipe, 160, 251
菌褶, Lamellae, 251
菌組織, Mycelium, 220
菌藻目, Siphonmycetes, 220
菌狀菌目, Mycomycetes, 231
菌性動物, Mycetoza, 163
游走子, Zoospore, 162
游接子, Gamete, 159, 175, 185
游走子囊, Sporangium, 197
減數分裂, Reduction division, 204
結合子, Zygote (Zygospore), 175, 185, 196
結合菌類, Zygomycetae, 226
結晶體, Crystal, 23

- 絨氈細胞, Tapetum, 305
絲狀體, Protonema, 272
雄花, Staminate flower, 297
雄蕊, Stamen, 301
雄孢子, Androspore, 206
雄孢子囊, Androsporangium, 206
雄性器, Spermagonium, 249
雄精體, Spermata, 249
雄性子囊穗, Staminate strobilus, 293
無子類, Aspermae, 280
無花果屬, Ficus, 49
無柄葉, Sessile, 95
無節藻, Vaucheria, 195
無導管綱, Atracheata, 260
無纖毛次類, Akontae, 200
無限制呼吸, Aerobic respiration, 139
單肋, Unicostate, 103
單果, Simple fruit, 313
單列藻, Scytonema, 180
單絲藻, Ulothrix, 198
單數染色體, Haploid chromosome, 203, 214
單子葉次類, Monocotyledoneae, 310
氮之裝置, Nitrogen fixation, 170

- 氮之消失, Denitrification, 167
- 氮氫基酸, Amino acid, 136
- 氮質消失細菌, *Bacillus denificans*
- 集果, Aggregate fruit, 313
- 集合體, Colony, 179
- 集囊瓶菌, *Synchytrium*, 221
- 焦炭菌次類, *Pyrenomycetae*, 242
- 黑絲黏菌, *Stemonitis*, 160
- 黑穗病菌, *Ustilago*, 245
- 裂果, Dehiscent fruit, 315
- 裂果, Schizocarp, 315
- 順光性, Diaphototropic, 8
- 順地性, Diageotropic, 8
- 韌皮部, Phloem, 45
- 韌皮部柔膜細胞, Phloem parenchyma cell, 62
- 硬膜組織, Sclerenchyma, 59
- 硬殼菌次類, *Plectomycetae*, 232
- 硝酸鹽, Nitrate, 14, 167
- 硝酸鹽之作成, Nitrification, 169
- 菊絲, Aster, 26
- 萌發, Germination, 196
- 菱角, *Trapa*, 103
- 棗, *Ziziphas*, 104

- 梨果, Pome, 314
區, Order, 154
極核, Polar nuclei, 306
掌狀, Divergent, 104
揮削, Whip, 90
側系組織, Collateral, 70
階紋導管, Scalariform vessel, 66
普魯特細菌, Proteus, 169
斯克利對斯馬, Scenedesmus, 192

十 三 畫

- 節, Node, 52
節間, Inter-node, 53
盾片, Shield, 259
盾柄, Manubrium, 259
搬洋樹, Banyan tree, 49
楊梅, Strawberry, 313
莢蕾, Follicle, 315
葛落時垂地亞母, Clostridium, 170
群, Cohert, 154
鼓藻, Desmid, 204
塞板, Callus plate, 61
農學, Agriculture, 2

- 園藝學, Horticulture, 2
發酵作用, Fermentation, 140
愛走讀伯客特菌, Azotobactor, 170

十四畫

- 葉口, Leaf gap, 274
葉肉, Mesophyll, 22, 118
葉身, Lamina (Blade), 93
葉序, Phyllotaxy, 99
葉序法, Phyllotaxis, 99
葉角, Angle of Divergence, 99
葉柄, Petiole, 93
葉痕, Leaf-scar, 123
葉脈, Vein, 103, 105
葉基, Vagina, 93
葉褥, Pulvinus, 94
葉叢, Leaf-Mosaic, 97
葉綠素, Chlorophyll, 22, 128
葉綠體, Chloroplastid (Chloroplast), 22, 128
葉綠細胞, Chlorenchyma, 58
葉狀體植物, Thallophyta, 158, 260
蒴, Capsule, 271
蒴果, Capsule, 315

- 蒲草, *Typha*, 98
- 蒲公英, *Taraxacum*, 18, 68
- 蒸發作用, *Transpiration*, 142
- 精子, *Sperm*, 185, 195
- 精子, *Male cell*, 294
- 精核, *Male nucleus*, 294
- 精子體, *Spermatium*, 217
- 精母細胞, *Sperm mother cell*, 289
- 雌蕊, *Pistil*, 301
- 雌雄同株, *Monoecious*, 307
- 雌雄異株, *Dioecious*, 307, 265
- 雌性子囊穗, *Ovulate strobilus*, 294
- 維管束系, *Vascular bundle system*, 45
- 維管束鞘, *Pericycle*, 44
- 維管束痕, *Vascular bundle scar*, 124
- 維管束系鞘, *Bundle sheath*, 72
- 網狀葉脈, *Reticulate venation*, 103
- 網紋管胞, *Reticulate tracheid*, 63
- 網, *Subphylum*, 154
- 裸子器, *Apothecium*, 239, 257
- 裸子類, *Gymnospermae*, 286
- 鳳尾草, *Aspidium*, *Camptosorus*, 284, 148
- 鳳眼蘭, *Eichhornia*, 145

- 鳶尾, Iris, 98
微脈, Veinlet, 105
滲透作用, Osmosis, 37
漸化, Variation, 322
管胞, Tracheary cell, 45
管胞, Tracheid, 63
管核, Tube nucleus, 289
種, Species, 154
種臍, Hilum, 316
酵母菌, Yeast, 140
酵母菌, Saccharomyces, 232
酵素, Zymase, 233
團藻, Volvox, 189
蜜腺, Nectary gland, 301
瘦果, Akene, 315
腐亂, Putrefaction, 167
銀杏, Ginkgo, 291
蓖麻子, Ricinus, 104
端毛藻, Rivularia, 179
需要之效, Appetency, 321
境界細胞, Heterocyst, 178, 179
碳水化合物, Carbohydrate, 126
裴地愛斯查門, Pediastrum, 192

十 五 畫

- 膠球, *Palmella state*, 187
膠質菌綱, *Myxomycetes*, 159
膠滴菌類, *Acrasieae*, 162
腸熱病, *Typhoid*, 166
綠粒體, *Gonidium*, 179
綠藻類, *Chlorophyceae*, 184
綠藻蟲菌, *Euglena*, 176
褐色素, *Fucoxanthin*, 210
褐藻類, *Phaeophyceae*, 210
暫時寄生, *Facultative parasite*, 223
暫時死物寄生, *Facultative saprophyte*, 223
輪藻綱, *Chara*, 258
輪毛絲藻, *Oedogonium*, 205
導管, *Vessel*, 65
導管網, *Tracheata*, 273
醋酸, *Acetic acid*, 141
醇酒精, *Ethyl-alcohol*, 140
槭樹, *Acer*, 98
橫切面, *Cross section*, 83
彈絲, *Elater*, 267, 280
漿果, *Berry*, 314

劈裂, Cleft, 90

十六畫

樹皮, Bark, 88

樹膠, Resin, 85

樹脂道, Resin duct, 68

橡皮, Rubber, 69

橘色素, Carotin, 129

擔子柄, Sterigma, 250

擔子孢子, Basidiospore, 244

擔子細胞, Basidium, 244

擔子菌類, Basidiomycetae, 244

澱粉粒, Starch grain, 73

澱粉核, Pyrenoid, 186, 201

澱粉鞘, Starch sheath, 59

篩孔, Sieve hole, 61

篩版, Sieve plate, 61

篩管, Sieve tube, 61

萼, Calyx, 301

萼片, Sepal, 301

銨, Ammonium, 169

銨之作成, Ammonification, 169

複肋, Multicostate, 104

- 複果, Multiple fruit, 313
鞘, Sheath, 94
鴉片, Opium, 69
霍亂, Cholera, 166
穎果, Caryopsis, 315
辨向性, Polarity, 50
靜止期, Resting stage, 25
輸粉法, Pollination, 307
頭細胞, Head cell (Capitulum), 259
謀那斯氮菌, Nitromonas, 169
盤狀菌次類, Discomycetae, 239

十七畫

- 環帶, Annulus, 251, 235
環境, Environment, 5
環象學, Ecology, 2, 5
環紋管胞, Annular tracheid, 63
環生纖毛次類, Stephanokontae, 204
優性, Dominant character, 325
優生劣敗, Survival of the fittest, 322
儲水作用, Hydration, 38
鞣皮酸, Tannin, 35
螺旋絲, Spireme, 25

- 螺旋紋管胞, Spiral tracheid, 63
 翼柄, Winged petiole, 94
 翼果, Samara, 315
 繁殖期, Reproductive stage, 159
 繁殖葉, Reproductive leaf (Sporophyll), 274
 磷酸鹽, Phosphate, 14
 痂傷汁, Callus, 89
 縱切面, Longitudinal section, 83
 擬游孢子, Aplanospore, 208
 龍舌蘭, Agave, 108
 龜背竹, Monstera, 49

十 八 畫

- 雙系組織, Bicollateral, 70
 雙子葉次類, Dicotyledoneae, 310
 雙受精, Double fertilization, 308
 雙名命名法, Binomial nomenclature, 153
 雙鞭筒狀莖, Amphiphloic siphonostele, 281
 蟲媒, Insect pollination, 307
 蟲菌藻類, Flagellatae, 175
 蕨, Osmunda, 282
 轉換作用, Metabolism, 3

十 九 畫

- 藏卵器, Oogonium, 195
藏精器, Antheridium, 195, 214
藏果器, Carpogonium, 215
藏卵器室, Archegonial chamber, 289
藥, Anther, 298, 301
藥物學, Pharmacology, 2
藍色素, Phycocyanin, 177
藍藻類, Myxophyceae, 177
離層, Absciss layer, 123
離瓣群, Archichlamydeae, 310
類, Class, 154
麴菌, Penicillum, 235
蟹爪花, Schlumbergera, 11
邊柔膜細胞, Border parenchyma cell, 105

二 十 畫

- 蘇鐵, Cycas, 287
蘇鐵羊齒, Cycadofilicales, 286
觸媒, Catalytic agent, 233

二 十 一 畫

- 蘇帽, Calyptra, 271
蘇柄, Seta, 266

- 蒴蒴, Capsule, 266
蒴類, Muscae, 269
蒴齒, Peristome, 271
蒴蓋, Operculum, 271
蒴苔類, Bryophyta, 261
蒴膜, Gum, 69
鐵線草, Adiantum, 281
屬, Genus, 154

二十二畫

- 囊皮, Peridium, 162
囊果, Cystocarp, 216
顛藻, Oscillatoria, 178
髓, Pith, 46

二十三畫

- 纖毛, Cilium, 162, 184
纖旬枝, Flagellum, 164, 176
纖維素, Cellulose, 21
纖維管胞, Fiber tracheid, 66
體核, Body nucleus, 299
體細胞, Body cell, 294
蘿藦, Metaplexis, 68

徽菌, *Rhizopus*, 227

二十四畫

籠莖, *Phallus*, 254

預 告

本書作者行將出版之各書

植物學講義試驗室指南： 本書特備用植物學講義者試驗室之用，其取材即使設植物學講義者，能一一親見書中所談之理，所舉之物，均屬事實，決非空論。凡讀植物學講義者，不可不手此一冊也！

此書有中英文二種，二者之取材及排列完全如一，用者因其所需，擇一即可。

中文本印刷中 不日出版

英文本已出版 定價一元

自然科學的研究： 本書之目的，乃使兒童對於自然界感覺興趣，且知如何作進一步之研究。

此種訓練，非特可以開發兒童之智慧，並可無形之中，俾其心靈得一種美的訓練；人於幼小時，能得此種訓練，則一生事業必享其賜，為人父母及中小學教員，不可不閱也。

印刷中 不日出版

植物遺傳學： 本書為植物學泰斗高爾德父子得意之作於植物之遺傳，詳論無遺，其科學之價值，無待吾人之喋喋；即以之為一種消遣品讀之，其玄妙亦足以自娛。天地之妙，又得名手之解說，好學之士，盍試讀之！

翻譯中 不日付印

木之組織： 本書為哈弗爾大學賈佛瑞教授所著，詳論木之組織與高等植物進化之關係，所言皆教授多年研究之心得，極富科學價值，譯而出之，俾治高等植物分類學者，知有所本焉。

翻譯中 不日付印

動物學試驗室指南： 試驗室指南，首貴實用，惜坊間無善本，每假之於外籍。作者久欲自編，以供需要；惟因內容繁雜，非旦夕所能成，數年來，於教課之餘，編成此冊，容日付梓，特此預告。

植物學講義

每冊實價三元

民國十八年付印

*

民國十九年出版

此書有著作權翻印必究

編輯兼發行者

沔陽盧開運

印刷處

北平京華印書局

代售處

北平景山書社

直隸書局

佩文齋

外埠各大書坊

