

中華學藝社
自然科學叢書
第二種

植物系統學

下冊

池野成一郎著
羅宗洛譯



商務印書館發行



第九羣 藻菌(管狀菌)●

(Phycomycetes, Siphomycetes)

藻菌之體，由分枝或不分枝之細長之絲所成，是曰菌絲。營養體由菌絲而成，是曰菌絲體。作纖維狀，大抵分枝極盛，且有多數之核，體中無隔壁，(非細胞植物，但古生菌除外)。細胞膜有由幾丁質而成者，亦有由細胞膜質而成者。無葉綠素，不產澱粉，產生脂肪及肝糖。

生殖除營養生殖之外，尚有有性，無性之孢子生殖。無性生殖 頗為發達，所生之無性孢子，種類頗多。主要者如次。

(一)內生孢子 菌絲之末端，產生隔膜，由此隔膜而分離之細胞，變為孢子囊，由囊內之原形質，生成多數之孢子(第一五六圖)。此孢子曰內生孢子，有此囊之菌絲(p)曰囊柄。孢子通常具細胞膜，無運動力，但某種類(例如水生菌科)，亦如綠藻與褐藻，產生游走子。

孢子囊內發生孢子之際，其原形質之行爲，曾經細胞學上之研究，此行爲為藻菌與囊子菌兩者最顯著之差別之一，得知此兩菌類，在系統上為不同源之物，主由於此差別之存在故也。即孢子囊內之原形質，發生龜裂(第一四三圖1)，此龜裂漸次生長增殖，原形質為所分割，及其極端，由此分割而生之原形質之細片變為孢子(同圖2)，故囊內之原形質，完全供造成孢子之用，毫無剩餘。●

(二)外生孢子 菌絲之末端，行一至數回之分裂，由此分裂而生之各細胞，即變為一個之孢子。此等細胞，往往數個相結合為作連鎖狀(例如第一五三圖2)，此孢子因無特殊之囊，故名曰外生孢子，通常稱曰分生孢子，生此孢子之菌絲，曰子柄。

(三)芽條孢子 菌絲體內所含之物質(原形質，脂肪，肝糖等)，



第一四三圖 藻菌類之白霉菌(*Rhizopus nigricans*)之孢子造成(Swingle)

(1) 幼穉之孢子圖內，原形質發生龜裂之狀 (2) 孢子業已造成之狀(各孢子有二至數個之核，圖中黑點為核。(1),(2)約 $\frac{520}{1}$)

密集於菌絲體之某處，其後此部發生隔膜與他部分離，成爲孢子。此孢子之細胞膜常厚，帶有特別之色彩，或其形狀與他物異，可得而認識。是曰芽條孢子（第一四四圖 ch）

藻菌水陸皆產，其生活法與細菌同，行活物及死物寄生，往往引起動植物之病害，甚至致之於死。

藻菌雖如此由無性生殖而蕃殖，尙能爲有性生殖。有性生殖有接合與授精之二種。

藻菌有如次之三類

第一 古生菌類

第二 卵菌類

第三 接合菌類

第一 古生菌類 (Archimycetes)

古生菌類爲藻菌中體制之最簡單且最微細者，在系統史上，可認爲極原始的種類也。

古生菌類之營養體，由單細胞而成，有核一個，故與其他之藻菌之具有多數之核，具所謂非細胞的構造者，大異其趣。

菌絲體甚爲簡單，生殖之際，有全部變爲孢子囊者。無性生殖，由於具有一條纖毛之游走子，有時行有性生殖，又生成休眠孢子。大多數寄生於生育於水中之動植物，亦間爲死物寄生。營養細胞，通常含有一個之核。

今舉數例如下，以示古生菌類之發育形態。

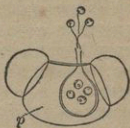
Ospidium pendulum 寄生於墜落水中之松屬之花粉(第一四五



第一四四圖 (Zopf, Brefeld)

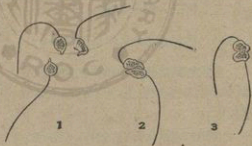
(1) *Mucor racemosus* (ch) 芽條孢子，孢子囊之囊袖 (c) 上亦產生芽條孢子 (2) *Mortierella Rostafinski* (h) 菌絲 (ch) 芽條孢子 (1), (2) $\frac{300}{1}$

圖)，菌絲體不過一球狀之細胞而已。生殖之際，此細胞變為膽瓶狀之孢子囊，膽瓶之頸部，一部分突出於寄主之體外，其先端裂開，游走子由此脫出。游走子有一條之纖毛，球形無色。此游走子在水中若逢其他之花粉，則固着於其上而失去運動力，發生纖細之管狀體。管狀體貫穿寄主細胞之膜壁，而入內部，游走子本體內之原形質，漸次移入管內，因此此管膨大，遂至呈前述之膽瓶狀。



第一四五圖 *Olpidium pendulum* (p) 爲松屬之花粉(Zopt) $\frac{400}{1}$

Olpidium 之一屬中，有認為有有性生殖者，例如寄生於歪頭菜 (*Viciaaurijuga*) 之 *Olpidium Viciae*，其由孢子囊產生游走子一點，雖與 *Olpidium pendulum* 同，然此游走子，有時兩兩相合着，而造成接合子(第一四六圖)，故此等游走子，可謂運動配偶子也。又寄生



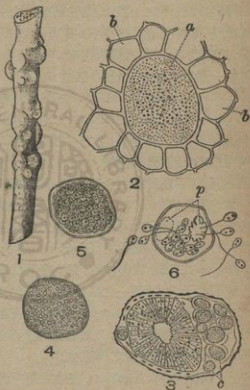
第一四六圖 *Olpidium Viciae* 配偶子之接合 (草野)
(1) 三個配偶子 (2)-(3) 配偶子之接合 (4) 由接合而成之圓體，爲變形蟲狀之運動

(5) 變爲球形 (6) 失去纖毛而成接合子 $\frac{800}{1}$



於白車軸草(*Trifolium repens*)之 *Olpidium Trifolii*, 亦與 *Olpidium Viciae* 同樣, 有運動配偶子之接合。在後者, 由同一孢子囊出產之配偶子, 能互相合着而生成接合子(混性的), 至於前者, 接合之配偶子, 以由不同之孢子囊出產者為通例(離性的)。

Synchytrium 寄生於陸上植物(例如蒲公英, 葛, 銀豆等), 其發育之經過, 大抵如次。營養體由一個之細胞而成, 生存於寄主植物之細胞內, 此細胞自不待論, 即其近傍之細胞, 亦異常發達, 使寄主之莖葉上, 發生疣狀之突起(第一四七圖 1)。生殖之際, 營養細胞之原形質, 先行分裂, 生成一羣之細胞(同圖 2, 3), 此羣中之各細胞, 即為孢子囊, 由此發生多數之游走子(同圖 5, 6)。故此細胞羣, 可謂孢子囊之集團, 故名曰囊堆。由孢子囊脫出之游走子, 游泳入其他之細胞, 後再發生孢子囊。*Synchytrium* 皆寄生於陸上植物, 故植物體苟不為雨露等所



第一四七圖 (草野) (1) *Synchytrium Psevariae* 寄生於葛之莖 引起疣狀突起之狀 (2) 同上 (a) 菌之營養體 (b) 寄主之細胞 (3) 同上, 寄主莖上有疣狀突起部分之橫切面 (c) 菌之囊堆 (4) 同, 孢子囊 (5) 孢子囊內部分裂 (6) 游走子由孢子囊開口 (p) 脫出之狀 (1) $\frac{1}{1}$, (2) $\frac{500}{1}$, (3) $\frac{3}{1}$, (4), (5), (6) $\frac{500}{1}$

濕潤時，不能產生游走子。此屬中多數之種類，於營養體之周圍，發生厚膜，造成休眠孢子。

Synchytrium 中，證明有性生殖之存在之種類，亦有之。例如 *S. endobioticum* ⑤ 及 *S. fulgens* ⑥ 之二種，產生同形之運動配偶子，一定時後，配偶子之一靜止，其他趨而與之接合，造成接合子。故此際雌雄之差，約略可認。在後者，雖同一配偶子囊所出之配偶子，亦能接合，然在前者，則非異囊所出者，不能接合。但此等之配偶子囊，雖屬於同一囊堆之物，亦能發生接合云。

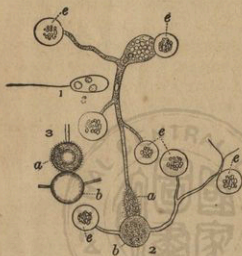
Rhizophidium pollinis 亦寄生於墜落水中之花粉，其體制較 *Olpidium* 及 *Synchytrium* 之二屬，稍見進步。由此產生之游走子，當達花粉時，闖入細胞內之菌絲體，雖極微細，然分枝極盛。孢子囊為球形，存在於寄主之細胞外，與菌絲體有明顯之境界，兩者之間，有細胞膜，互相隔絕。游走子突破孢子囊中細胞膜薄弱之部分而脫出(第一四八圖)。要之在 *Olpidium* 及 *Synchytrium* 之兩屬，營養細胞，完全變為孢子囊(或配偶子囊，故同一之細胞，兼營養與生殖之二種功能，但在 *Rhizophidium* 營養與生殖，由不同之細胞行之，可認為生理上分業之進一步者，此其體制之所以較前兩屬為進步之根據也。



第一四八圖 寄生於松屬之花粉(p)之 *Rhizophidium*，產出游走子之狀(Zopf)

Polyphagus Euglenae 寄生於鞭毛蟲之 *Euglena*，無性生殖之外，兼行有性生殖。菌絲體甚為分枝，枝之末端，往往穿入 *Euglena* 之體中(●)。無性生殖，由於游走子，多數之游走子，生於游走子囊之內，為橢圓形，先端有一條之纖毛，體中有大形之油滴(同圖 1)，發芽時，由此發生菌絲體(同圖 2)。有性生殖之際，一個體之菌絲體之先端，固着於另一個體之菌絲體之膨大部分(同圖 2, a, b)。其後其間之隔膜溶解，甲體膨大部內之原形質，漸次移入乙體菌絲之先端，膨大部分(同圖

3, b) 成爲空虛。此先端部, 漸次生長肥大, 於是遂生成接合子(同圖 3, a)焉。



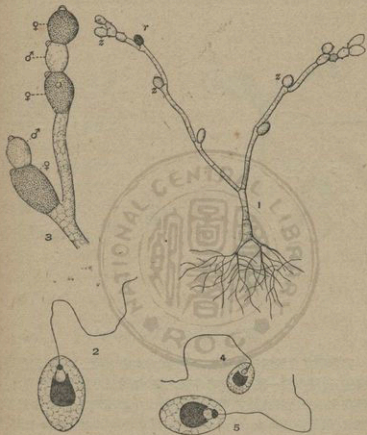
第一四九圖 *Polyphagus Euglenae* (Nowakowski)
 (1) 游走子 (2) 二個體接合之狀 (e) *Euglena* (n)
 (b) 接合細胞 (3) 接合畢, (a) 變爲接合子, (b) 之內容, 移入(a)中, 故成空虛 (1)

$\frac{550}{1}$ (2), (3) $\frac{350}{1}$

第二 卵菌類 (Oomycetes)

卵菌類寄生於活物或死物, 爲生育於水中或陸上之菌。菌絲體頗爲發達, 但體中無一隔壁, 且有多數之核, 卽所謂非細胞植物是也。細胞膜在化學上由於普通之細胞膜質而成, 非如其他之菌類, 由幾丁質所構成(但關於 *Blastocladiaceae* 及 *Monoblepharidaceae* 二科, 尙無研究, 故此點未詳)。有性生殖之際, 通常有卵球之生成, 故有此名。

Blastocladiaceae 此科在卵菌類中, 其生殖法之最爲原始的, 已由近時之研究證明矣。屬於此科之 *Allomyces javanicus*, 菌絲體分枝爲叉狀, 於諸處產生游走子囊(第一五〇圖 1), 囊內通常產出具有一條纖毛之游走子(同圖 2)。此外尙有無性的產生厚膜休眠孢子(r)之力。有性生殖時, 菌絲之先端膨大, 生成排列成連鎖狀之藏精器



第一五〇圖 *Allomyces javanicus*(Knip)

- (1) 具游走子囊(x)之幼株之菌 (r) 休眠孢子 (2) 游走子 (3) 生
 卵器及藏精器 (4) 雌性配偶子 (5) 雌性配偶子 (1) $\frac{95}{1}$ (2) $\frac{1350}{1}$
 (3) $\frac{345}{1}$ (4)-(5) $\frac{1350}{1}$

與生卵器(同圖 3)。各器雖皆能產生運動配偶子，然雌性者遠較雄性者為大(同圖 4-5)。接合子由此兩者之接合而生，一如常態。此科之雌雄配偶子，雖其大小顯有差別，然其雌性配偶子，尙未至如 *Monoblepharidaceae* 之成為卵球，此是科之生殖法之所以為最原始的也。

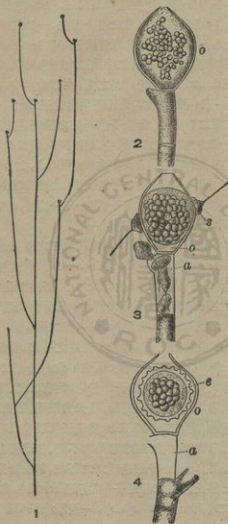
Monoblepharidaceae 屬於此科之菌，生育於水中，行死物寄生。菌絲體分枝(第一五一圖 1)，其先端發生游走子囊，囊內之原形質分裂，由此發生多數之游走子。游走子有一條之纖毛，發芽後，即能生成菌絲體。有性生殖時，菌絲之先端，生成生卵器(同圖 2, 3, 4, o)，其中有一個之卵球。在生卵器之近傍，發生藏精器(a)，由此脫出具有一條纖毛之精蟲(s)。同時，生卵器之頂部裂開，精蟲沿後者之膜壁，而達頂部闖入其內，而行授精，造成卵子(第一五一圖 4, e)。

營養體雖有多數之核，然卵球則僅有一核。

藻菌中行授精作用者，雖屬不少，但雄精細胞之具自動能力者，僅 *Monoblepharidaceae* 與 *Blastocladiaceae* 二科而已，他無類例。

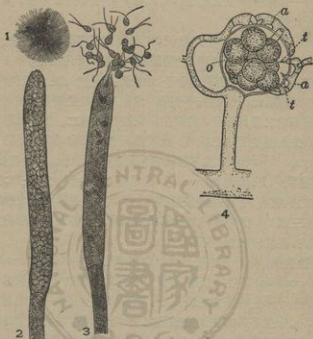
水生菌科(*Saprolegniaceae*) 生育於水中，寄生於生活或已死之動植物體。菌絲體之下部，伸入寄主之體中，以為由此攝取養料之用，上部超出於寄主之體外，向八方放射(第一五二圖 1)。

無性生殖時，此等放射形之菌絲，於其先端之一部，生成隔膜，與其餘之部分分離，此部分之原形質分裂，產生多數先端有二條纖毛之游走子(第一五二圖 2, 3)。此後游走子之行爲，共有二樣。其一(例如水生菌屬，*Achlya* 等)，游走子暫行運動，後失去纖毛，且被有球狀之皮膜，一時停止其運動，經過二十四小時，游走子再脫出皮膜而運動。但此際之游走子，與以前者相較，則形態顯有不同。即為腎臟形，二條之纖毛，自其體側發出。此游走子若逢適宜之寄主，即能發芽。以上之現象曰再游。一旦已停止運動之游走子，再行運動，前後共有二回之運動，故有此名。其二(例如 *Pythiopsis*)，一旦脫出於母細胞外之游走子，決不停止其運動，一逢適宜之寄主，即行發芽。游走子發芽時，皆先發生菌絲，菌絲闖入於寄主之體內，而蔓延其中，寄主之體外，亦



第一五一圖 *Monoblepharis sphacrica* (Cornu)

(1) *Monoblepharis sphacrica* 之全形。圖點示生殖器。(2) 有生殖器之枝條之一部。(3) (a) 囊
 精器。(s) 精蟲。(o) 生卵器。(4) (e) 孢子。(a) 精蟲已脫出之囊精器。(2), (3), (4) $\frac{8/9}{1}$



第一五二圖 水生菌科(Thuret, Coker)

(1), (2), (3) *Saprolegnia Thuretii* (1) 此菌寄生之蠅 (2) 游走子囊
 (3) 同上, 游走子自囊外脫出之狀 (4) *Achlya conspicua* (o) 生卵
 器 (a) 藏精器 (t) 授精管 (1) $\frac{1}{1}$ (2), (3) $\frac{200}{1}$ (4) 廓大

有多數之菌絲(第一五二圖 1)。有性生殖時, 菌絲之末端, 以隔膜與他部隔離, 其情形與產生游走子囊時同, 如此而產生生卵器(同圖 4, o)。器內之原形質分裂, 發生一至多數之卵球(有時在四十個以上, 同圖 4)。藏精器與生卵器, 有生於同一菌絲上者, 亦有生於同一個體中之不同之菌絲者, 視種類而異。在前者之例, 則例如生卵器之直下部分延長, 其後發生隔膜, 乃生藏精器(a)。授精之際, 藏精器與生卵器密

接，發出一至數個嘴狀之細管(t)，此管貫穿生卵器之膜壁，與卵球相接。此管曰授精管。

授精管與卵球相接後之狀況，視種類之不同而大異其趣。在水生菌屬與 *Achlya* 兩屬之某種，管端開裂，雄核由管內而出，移入卵球之內，與卵核合着，卵球後變為卵子，故此固不外於真正之授精作用，然在其他之種類，此際管端並不裂開，故管內之雄性物質，沒由移入卵球。然而卵球之變為卵子，與發生真正授精時無二。是即所謂單為生殖，對於生此種生殖法之種類，藏精器為無用器官，故在某種（例如 *Saprolegnia Thuretii*），其藏精器常陷於萎縮之狀態，全付闕如。

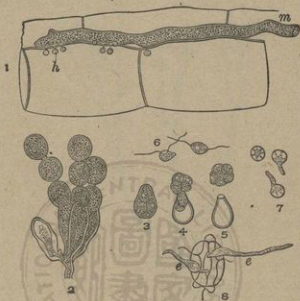
露菌科 (Peronosporaceae) 通常寄生於生活之陸上草本，以引起種種之病害有名。菌絲體發達甚佳，蔓延於寄主植物體之細胞間隙（第一五三圖 1）特生專行吸收養料之器官，此器官貫通細胞之膜壁而入其內，是名曰吸根（同圖 1, h）。

無性生殖，由於分生子。例如白銹病菌 (*Cystopus candidus* = *Albugo candida*) 寄生於芸薹、薺等十字花科之植物，引起所謂白銹病之菌，分生子產生於寄主之表皮下，數個之分生子，一列排列於柄上（同圖 2）。分生子於寄主表皮破裂之後始行飛散，遇水即發芽而生多數之游走子（同圖 3, 4, 5, 6），自游走子發生菌絲（同圖 7）。

分生子發芽後，不必定生游走子。例如露菌屬 (*Peronospora*) 之某種之分生子，縱發芽亦不產生游走子，直接發生菌絲者是也。

馬鈴薯疫病菌 (*Phytophthora infestans*) 寄生於馬鈴薯之塊莖及莖葉，以引起大害，為世人所深知者也。菌絲體通過寄主之體中，分生子柄，經過葉之下面之氣孔而外出（第一五四圖 1）。空氣乾燥時，分生子即發芽而生菌絲，若在雨天，植物甚為濕潤之時，則各分生子內之原形質分裂，由此生成多數之游走子，游走子到達健全之馬鈴薯之葉，中止其運動，然後發芽，由此而生之菌絲，破表皮而穿入細胞之內（同圖 2）。

此科一般之有性生殖法，皆大同小異。生卵器及藏精器，生於莖

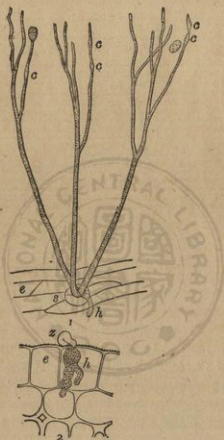


第一五三圖 白銹病菌 *Cystopus candidus* (De Bary)

(1)菌絲體(m),蔓延於寄主之細胞間隙之狀 (h)吸根 (2)菌,分生子 (3),
(4),(5)自分生子發生游走子之順序 (6)游走子 (7)游走子之發芽 (8)游
走子之發芽管,侵入寄主之氣孔之狀 (e)寄主之表皮 $\frac{500}{1}$

延於寄主體內之菌絲體小枝之先端(第一五五圖 1)皆以膜壁與其他之部分相隔,藏精器(同圖 1, a)與生卵器(o)相接,放出授精管(t),授精管貫穿生卵器之膜而達卵球(e),以行授精。生卵器有一個之卵球(同圖 e),授精終了後,周圍發生細胞膜,變成卵子。

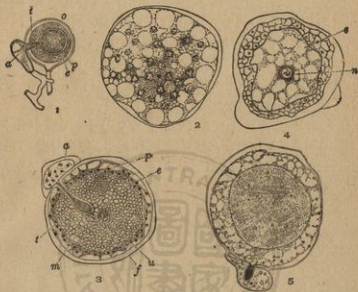
菌之授精 在細胞學上有學者極詳細之研究,故述其結果之大要如次。此科之生卵器內,最初有多數之核(第一五五圖 2)。卵球之生成於生卵器內,必由原形質而成,自不待論,但在此際,物質之全部並未完全供卵球造成之用。蓋原形質先分為中央部與周邊部,核除一個之外,皆移入周邊部(同圖 3)中央部變為球形,周圍發生皮層,其中保有一



第一五四圖 馬鈴薯疫病菌 (Frank, De Bary)

(1) 生長於寄主葉之氣孔外之菌絲 (e) 寄主之表皮 (s) 氣孔 (h) 菌絲 (c) 將生成孢子之處，右方有已生成之孢子 (2) 游走子 (z) 衝破寄主之表皮細胞 (e)，其菌絲 (h) 侵入

內部之狀 (1) $\frac{120}{1}$ (2) $\frac{400}{1}$



第一五五圖 露菌科之授精(De Bary, Ruhland, Stevens)

(1) *Peronospora Alsinearum* 之授精 (o) 生卵器 (e) 卵球 (p) 周邊質 (a) 藏精器 (t) 授精管 (2)-(4) *Cystopus Lepigoni* 之授精內景(橫切面) (2) 幼稚之生卵器 (3) 授精中之生卵器 (4) 授精後之生卵器 (m) 出於授精管外之精核 (f) 卵核 (u) 現在功能不明之壓蟲體 (n) 芽核 (5) *C. Portulacae* 之羣生接合子, 內有由雌雄核之合着而生之多數之核 (1) $\frac{350}{1}$ (5) $\frac{570}{1}$ 其餘皆大孢子

個之核, 是即卵球(同圖 3, e)。生卵器內之周邊部, 有多數之核, 是稱周邊質(同圖 3, p)。由藏精器發出之授精管(同圖 3, t), 貫通周邊質及生卵器膜而入卵球之內(同圖 1, 3)。各藏精器雖有多數之核, 然僅有一個之雄核(第一五五圖 3, m), 由授精管先端之破孔而出, 與卵核(f)接近, 與之合着。卵球變為孢子(同圖 4)。

白銹病菌屬之某種(例如 *Cystopus Portulacae* 等), 卵球內有多數之核, 亦有多數之雄核。由授精管移入卵球之內, 故有多數之雌雄核, 其中分別合着, 故卵球內生成數十個之合着核云(第一五五圖 5)。

在通常之授精，兩個配偶子(同形或異形)相合着，以造成一個之接合子(卵子)為通則，然在上述 *Cystopus Portulacae* 等例，雌性配偶子，並未個別分化，生卵器內之原形質，含有多數之核，故其內容，可認為未分化之多數之雌性配偶子羣生而成者，而授精後生卵器內所生之接合子，亦有多數之核(第一五五圖 5)，亦與羣生之接合子團相當。故此等有羣生配偶子及羣生接合子之名焉。

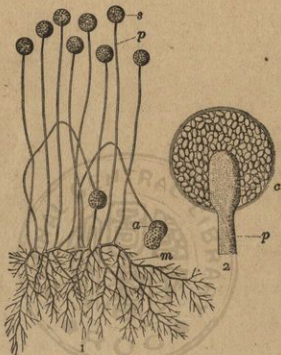
卵子經長期之休眠後，發芽，發芽之際，(一)有隨即發生菌絲者(露菌屬某種)(二)，有卵子之原形質分裂，先生多數之游走子，由此而生菌絲者(白銹病菌)，亦有(三)視環境狀況之如何，行第一或第二之發芽法者(*Pythium* 之某種)。

第三 接合菌類(Zygomycetes)

接合菌寄生於有機物，為生育於陸上之黴，世界中到處有其生產，實可謂黴類中最普通者之一也。體為非細胞的構造，細胞膜由幾丁質而成。有性生殖之際，行接合作用，故有此名。但雌雄配偶子，皆為羣生的，因之接合後，亦產生羣生接合子。

白黴科(Mucoraceae)● 在動物之糞便，果實，麵包，菌叢等之上為死物寄生或引起酒精發酵者有之(例如 *Chlamydomucor racemosus*)。菌絲體盛行分枝(第一五六圖 1)，或生匍枝，完全埋沒於寄主體內。囊柄(p)突出於寄主之體外甚長，其先端着生一個之孢子囊。孢子囊為球形(同圖 2)內藏多數之孢子，孢子囊柄(p)，其先端略行膨大，插入囊內，作柱狀，名曰囊柱(c)。孢子囊逢濕氣而破裂，使孢子脫出，孢子即行發芽而生成新植物。茲須注意者為各孢子囊內之孢子數是也。此數不必一定，營養佳良時，其數多，不良時其數少(參看三〇四頁)。

此科全體之有性生殖，皆大同小異。例如白黴屬(*Mucor*)之相隣接之二菌絲，以先端相接觸後(第一五七圖 1)，各絲皆於先端相近之處，發生隔膜，生成配偶子囊(b)(c)(同圖 2)。繼之，兩配偶子囊相



第一五六圖 白黴科(Kerner v. Marilaun)

(1) 蛛絲黴 *Mucor mucedo* 之全形 (m) 菌絲體 (s) 孢子囊 (p) 囊柄 (a) 孢子囊破裂, 孢子脫出之狀 (2) 同, 放大一個之孢子囊 (p) 囊柄 (c) 囊柱 (1) $\frac{10}{1}$ (2) $\frac{260}{1}$

接之處之細胞膜破裂, 其中所含之羣生配偶子相合而生羣生接合子(第一五七圖 3, z)。接合子之周圍, 發生有疣狀突起之厚膜, 其後此膜將變為黑色(同圖 4, z)。接合子發芽, 即發生菌絲造成新個體。

屬於白黴科之植物體, 有混性與離性之區別, 已由培養實驗證明。即由某某種類(例如 *Sporidinia grandis*), 分離一個之孢子而培



第一五七圖 白黴科之有性及單為生殖(Brefeld, Bainier)

(1), (2), (3), (4) 雌雄之接合 (b), (c) 將接合之細胞 (配偶子囊)

(a)(d) 曰柄細胞 (z) 單生接合子 (5) *M. erectus* 之單為孢子(非

接合子) (6) *M. tenuis* 之單為孢子 $\frac{252}{1}$

養之，經過一定時間之後，菌絲體上發生配偶子囊，其後其間發生接合，生成接合子。如此之種類為混性的。然而就另一種類(例如 *Mucor Mucedo*)，行同樣之培養實驗，但不發生接合，惟將別個孢子與之行混淆培養時，始能達此目的。是為雌性的種類。故此際孢子之一為雄性，另一孢子為雌性，且由此發生之菌絲，亦應為雄性及雌性者，但因其外觀完全相等，故應稱為(+)性及(-)性，以示區別。

白黴屬有單為生殖之現象，例如兩菌絲相接如常，但其所含之原形質絕不合着，各配偶子，各分別生成一個之孢子，或配偶子之一，雖依然不變其形態，然另一配偶子，則變為孢子(第一五七圖5)。在極端之例，兩菌絲竟不相接，菌絲之一端，直接變成孢子者亦有之(同圖6)。如以上所述之孢子，與綠藻中者同，名曰非接合子或曰單為孢子。

屬於白黴科之植物，在天然狀態，大抵由無性孢子而繁殖，行有性生殖者極稀。

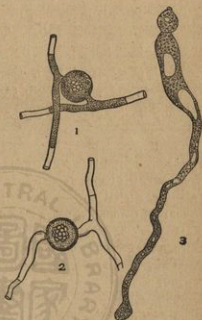
白黴科之外，接合菌類，尚有數科。或與白黴科同，產生內生胞

子者有之，或不生內生孢子而產分生子者有之，或兼生內生孢子與分生子者亦有之。例如 *Thamnidaceae* 由內生孢子與接合子，*Choanephoraceae* 由內生孢子，分生子及接合子，*Chaetocladiaceae* 及 *Piptocephalidaceae* 則無內生孢子，由分生子及接合子而蕃殖。

昆蟲寄生菌科 (*Entomophthoraceae*) 通常寄生於昆蟲，菌絲貫通其皮而穿入體中，分生體柄，露出於體外，分生子由一種特別之裝置，以強力由柄條射出，達於其他之蟲體而侵入之，不生內生孢子。

殺蠅菌 (*Empusa Muscae*) 能殺蠅，分生子露出於體外，故繩之死屍呈白色。分生子柄有一個之分生子(第一五八圖 3)。昆蟲寄生菌 (*Entomophthora radicans*) 寄生於毛蟲，蟲體中之軟弱部分，盡行消化後，伸出分生子柄於其體外。

接合子通常生於寄主之體內。其造成法，例如在 *Conidiobolus*，甲乙之菌絲體，各生榜枝，此兩枝相接，兩者之原形質混合，於是生成接合子(第一五八圖 1, 2)。



第一五八圖 昆蟲寄生菌科(B ofeld)

(1), (2) *Conidiobolus utriculosus* 之接合 (2)已成接合子 (3)殺蠅菌之子柄

(1), (2) $\frac{155}{1}$ (3) $\frac{300}{1}$

藻菌在系統上，發源於綠藻，為不可疑之事實。例如古生菌類之形態及生殖法，皆甚與綠藻中之 *Protococcaceae* 相類似，除一含葉綠素，其一無之外，其間無顯着之差異。而卵菌類之形態及生殖法，更不待論，即細胞具有多核等點，亦甚與管狀藻及無節藻相類，尤以水生菌科與此相同，皆生育於水中。總之，藻菌羣殆以綠藻為祖，而由此進化而來者，此結論似甚妥當也。

●關於藻菌，孢子菌及擔子菌全般之書籍如次：De Bary, A.: *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozen und Bakterien*. Leipzig 1884. ……Brefeld, O.: *Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie*. Leipzig-Münster 1872-1912. ……Fischer, E.: *Pilze*. (Handwörterb. d. Naturwiss. 7, 1912). ……Gäumann, E.: *Vergleichende Morphologie der Pilze*. Jena 1926. ……Gwynne-Vaughan, H.C. I. and Barnes, B.: *The structure and development of the fungi*. Cambridge 1927. ……Kniep, H.: *Die Sexualität der niederen Pflanzen*. Jena 1928; *Vererbungserscheinungen bei Pilzen*. (Bibliogr. Genet. 5, 1929). ……Tavel, F. v.: *Vergleichende Morphologie der Pilze*. Jena 1892. ……Zopf, W.: *Die Pilze*. (Schenk, Handb. d. Bot. 4). Breslau 1890.

●Harper, R.: *Cell division in sporangia and asci*. (Ann. Bot. 13, 1899). ……Swingle, D. B.: *Formation of the spores in the sporangia of *Rhizopus nigricans* and *Phycomyces nitens**. (Bur. Plant Indust. Bull. 37, 1903).

●Curtis, K. M.: *The life-history and cytology of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.* (Philos. Trans. Ser. B. 210, 1921). ……Kusano, S.: *A contribution to the cytology of *Synchytrium* and its hosts*. (Bull. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo 8, 1909); *On the life-history and cytology of a new *Ovipidium* with special reference to the copulation of motile isogametes*. (Jour. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo 4, 1912); *Observations on *Ovipidium trifolii* Schrödt.* (Ibid. 10, 1929). ……Nowakowski, L.: *Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen*. II. *Polyphagus Euglenae*. (Beitr. Biol. Pflanzen 2, 1877). ……Wager, H.: *The life-history and cytology of *Polyphagus Euglenae** (Ann. Bot. 27, 1913).

●Curtis, K. M. (見註●)

●Kusano, S.: *The relative sexuality of *Synchytrium**. (Proc. Imp. Acad. 4, 1928); *The life-history and physiology of *Synchytrium fulgens**

Schroet. with special reference to its sexuality. (Jap. Jour. Bot. 5, 1930).

② Kniep, H.: *Allomyces Javanicus* n. sp., ein anisogamer Phycomycet mit Planogameten. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 47, 1929).

③ Cornu, M. M.: Monographie des Saprolegniées. (Ann. Sc. nat. V, 15, 1872).……Lagerheim, G. v.: Mykologische Studien II. (Eihang till K. Svenska Vet.-Akad. 25, 1899).……Laibach, Fr.: Zur Zytologie der *Monoblepharis*. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 44, 1926); Zytologische Untersuchungen über Monoblepharideen. (Jahrb. wiss. Bot. 66, 1927).

④ Claussen, P.: Ueber Entwicklung und Befruchtung bei *Saprolegnia monoioa*. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 26, 1908).……Davis, B. M.: Oogenesis in *Saprolegnia*. (Bot. Gaz. 35, 1903).……Horn, L.: Experimentelle Entwicklungsänderungen bei *Achlya polyandra* De Bary. (Ann. Mycologici 2, 1904).……Mäckel, H. G.: Zur Cytologie einiger Saprolegniaceen. (Jahrb. wiss. Bot. 69, 1928).……Maurizio, A.: Beiträge zur Biologie der Saprolegnieen. (Zeit. f. Fischerei 7, 1899).……Fringsheim, N.: Beitrag zur Morphologie und Systematik der Algen. II. Die Saprolegnieen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1, 1817).

⑤ De Bary, A.: Untersuchungen über Peronosporen und Saprolegnieen und die Grundlage eines natürlichen Systems der Pilze. (Abh. Senck. Naturf. Ges. 12, 1881).……Rosenberg, O.: Ueber die Befruchtung der *Plasmopara alpina* (Johans.). (Bih. till K. Sv. Vet. Akad. Handl. 28, 1903).……Ruhland, W.: Studien über die Befruchtung von *Albugo Lepigoni* und einiger Peronosporen. (Jahrb. wiss. Bot. 39, 1904).……Stevens, F. L.: Gametogenesis and fertilization in *Albugo*. (Bot. Gaz. 32, 1901).……Wager, H.: On the structure and reproduction of *Cystopus candidus* Lév. (Ann. Bot. 10, 1896); On the fertilization of *Peronospora parasitica*. (Ibid. 14, 1900).

⑥ De Bary, A.: Zur Kenntnis der Mucorineen. (Abh. Senck. Naturf. Ges. 5, 1865).……Blakeslee, A. F.: Sexual reproduction in the Mucorineae. (Proc. Am. Acad. Arts & Sc. 40, 1904).……Burgess, H.: Untersuchungen über Sexualität und Parasitismus bei Mucorineen. I. (Bot. Abh. herausgeg. v. Goebel 4, 1924).……Van Tieghem, P. et Monnier, L.: Recherches sur les Mucorinées. (Ann. Sc. nat. V. 17, 1875).……Van Tieghem, P.: Nouvelles recherches sur les Mucorinées. (Ibid. VI. 1, 1875); Troisième mémoire sur les Mucorinées. (Ibid. VI. 4, 1876).

第十羣 囊子菌^① (Ascomycetes)

囊子菌之菌體，由菌絲構成，此雖與藻菌同，然菌絲體由數個乃至多數之細胞而成，各細胞之間，以細胞膜互相隔離，此等細胞，有一至多數之核。至於不含葉綠素及行寄生生活等點，完全與藻菌無異。

囊子菌有無性及有性之兩種生殖法。無性生殖，通常由於分生子。分生子之形態，發育等，將於各類項下，分別記述，茲不贅。

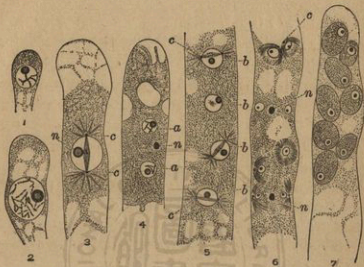
有性生殖之結果，生成子囊。子囊含有數個乃至數十個之孢子，此孢子曰囊孢子。子囊或孤生或羣生，羣生之際，有被覆之殼，造成特別之生殖體，名曰子囊果。子囊果之形狀種種不一(參照第三〇六頁)。

囊子菌中，因退化作用，營養體上不生雌雄器官，無性的發生子囊者不乏其例。

如上所述，囊孢子為子囊內所生之內生孢子，有如此孢子之植物曰囊子菌。子囊雖略似藻菌羣之孢子囊，然亦有甚異者。其主要之異點如次。②

(甲)藻菌羣孢子囊內之孢子數，不必一定，營養之狀態佳良時其數多，不良時，其數甚少。子囊無如此之現象，囊內之孢子數，大抵常有一定，且其數為二，四，八，十六，三十二，六十四，一百二十八等，常為二之倍數。

(乙)藻菌羣之孢子囊，當孢子造成之際，其中之原形質，全部供造成孢子之用，及孢子造成之後，囊內絕無原形質之殘存，已如前述(第二八三頁)。然子囊中孢子造成法，與此大異。當子囊之原始(名曰造囊細胞)最初生成時，細胞甚為低矮，常有二個之核，其後此二核相合，變成一個(第一五九圖 1, 2)，繼之由此合着而生之大核，分裂為二個之子核(同圖 3, 4)，各核又復分裂，變為四個(同圖 5)，再為一次之分裂，遂成八個(同圖 6)。當此核分裂之際，於紡錘體之兩極，見



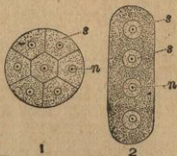
第一五九圖 *Aleuria cerea* 蕈孢子造成時之核分裂(Guilliermond)

(1)最幼稚之造蕈細胞，有一個之核 (2)(1)之核變為肥大 (3)此核在分裂中 (n)仁 (c)中心體 (4)由(3)之分裂而生之二子核(a) 仁(n)在分裂之際，移出核外而殘留於細胞質內，後乃消滅 (5)(4)之二子核分裂，生成四子核，此四子核(b)，今在分裂中。此四核中之第二個，因方向之關係，不見中心體 (6)由前之分裂，生成八個之核，由自中心體出發之放射線之作用，區劃其近傍之一部之細胞質，故 (7)生成八個之蕈孢子，各孢子有一個之核 大行廓大

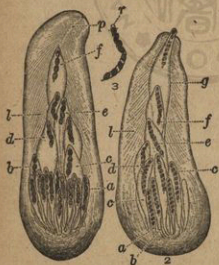
中心體(c)之出現，由此中心體，發射極顯著之放射線(同圖3,6等)。發生一定數之核後，自中心體出發之放射線，以核為中心點，向其周圍彎曲(同圖6)。由此放射線之作用，其近傍之一部分之細胞質，為所區劃，因生成各含一核之定數之蕈孢子(同圖7)。此際各孢子自最初即為分別發生，與藻菌羣之原形質之行龜裂，由此龜裂，原形質之全部被分割為無數之裂片，各裂片皆變成孢子者異。且在藻菌，囊內之原形質，全部供造成孢子之用，但蕈子菌之孢子造成法，一如前述，

即在孢子造成之後，囊內尚有細胞質之殘餘（同圖7）（此外可參考第一六〇圖，但在此圖，以藻菌羣之孢子之含有一核者為例）。且在囊孢子造成之際，最初由二核合着而生之大核，此核分裂數次，每次每核生成二個之子核，已如前述，則子囊內之孢子數，通常為二之倍數，如二，四，八等之理由，亦自明矣（參看第三〇五頁）。

子囊之在菌絲體上，雖亦有裸出者（第一八八圖3），亦大多數皆有殼包圍於其外，形成所謂子囊果焉。此際殼內通常常有多數子囊之團集，然間有其中僅存一個者（第一八一圖2）。



第一六〇圖 藻菌及囊子菌兩
羣之孢子造成模式圖 (1)藻菌 (2)
囊子菌 (s) 孢子 (n) 孢子之細胞
核



第一六一圖 *Sordaria minuta* 孢子器之孢子散布 (Zopf) (1), (2) 孢子器內所含之子囊，由自己之膨壓力而延伸，其先端超出孢子器頂之孔口 (p), a, b, c, d, e, f, g 示伸長及超出之順序。孢子並列作念珠狀，為細胞質所包圍，數個相連結而射出於外 (1) 圓線 (點線) (3) 示並立作念珠狀之孢子 (r) 為射出之際，子囊之頂部破裂，其破片附着於孢子列上者 $\frac{90}{1}$

子囊果中，其殼完全閉鎖者（例如第一八一圖）有之，頂部有極微細之孔口者（例如一六一圖）有之，及為盤狀而開放者（第一八五圖2）亦有之。第一第二種之子囊果曰被子器，第一種通常為球形或橢圓形，第二種多作洋梨之狀。第三種之作盤狀者，曰盤狀器。

子囊殼內僅有子囊者，（例如第一八二圖5）與子囊之外尚有如於褐藻等所常見之側絲，雜生於其中者（例如第一八六圖）。殼內子囊之集團，則不問側絲之存在，名之曰子實層。故子囊果者，要之由殼與子實層構成之物也。

被子器之完全閉鎖者，子囊成熟之後，殼為不規則之裂開（第一八一圖1,2）由此孢子自子囊脫出，而散布於外。子囊殼頂具有孔口之被子器，往往有極精巧之孢子散布法。例如 *Sordaria minuta* 之被子器內所包含之多數之子囊，順次由自身之膨壓而伸長（第一六一圖1），其末端超出於被子器頂孔口之外（同圖2）。膨壓之力，達於極點時，子囊之先端破裂，其中所含之孢子，因此一齊以強力發射於外（同圖3）。

囊孢子通常為球形或橢圓形，然間有作絲狀者（第一八二圖6,s）。囊孢子發生橫膜或發生橫膜與縱膜，而成為多細胞者亦有之（第一六二圖），此雖有多細胞孢子之稱，然其實各細胞皆為一個之孢子，發芽時，各能發生發芽管。此為囊孢子之集團，並非一個之孢子，故嚴格而論，多細胞孢子之名稱，並非適當者也。然今姑依植物記載學上之習慣，暫用多細胞孢子之名稱。

蕈子菌可大別如次

第一 原生蕈子菌類



第一六二圖 多細胞囊孢子 Zakal, Tulasno (1) *Cleistotheca papylophila* 之子囊（含有八個之多細胞孢子）(2) *Aspospridium salicinum* 之子囊 (3), 同孢子 (1) $\frac{403}{1}$ (2), (3) $\frac{830}{1}$

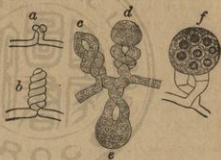
第二 眞囊子菌類

第一 原生囊子菌類 (Protoascomycetes)

由雌雄配偶子之合着而生之接合子，即變爲子囊。

原生囊子菌類，包含囊子菌中構造生殖之簡單者，但此等種類之所以簡單者，其由於原始的之故歟，抑本爲系統上之幼者，但因退化之故，變爲簡單歟，其理由不詳。茲雖使用原生二字，但本書著者並非以此類爲原始的者也（參考囊子菌及擔子菌之系統）

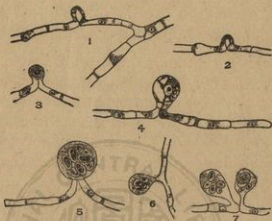
Endomycetaceae 今舉其一例，*Eremascus albus* 嘗在德國發見於腐敗之啤酒之麥芽上，菌絲體呈雪白之色。生殖時菌絲體上發生短矮之枝條，此等即成爲配偶子。兩兩相接（第一六三圖 a），互相纏繞如螺旋（b），其後此兩枝條之相接部，隔壁溶解，兩配偶子之內容混合，此部特行膨大，後因隔膜與他部分離（同圖 c, d, e），遂於其中產生八個孢子而成子囊（同圖 f）。在與此相近之 *Eremascus fertilis*（寄生於蘋果及醋栗之果醬上），有關於內部微細之細胞學的變化之研究。據此等研究之結果，接合之外表，與前述 *E. albus* 同，各配偶子，最初有一個之核（第一六四圖 1, 2），後各核二分，其一殘留於原處，其一移入配偶子所生之突起內（同圖 3），此兩核於突起內相合着（同圖 4），連續爲四回之核分裂，遂生成有八個孢子之子囊云（同圖 5）。



第一六三圖 *Eremascus albus*

a, b, c, d, e, f 爲自接合以至造成子囊爲止之階段 (Eidam)

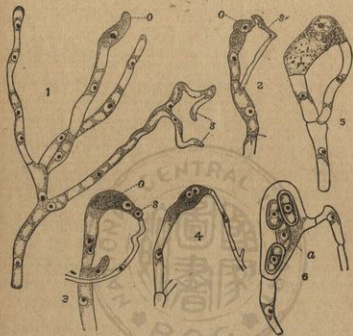
有時不經配偶子之接合，而生子囊者，亦有之（單爲生殖，同圖 6, 7）。



第一六四圖 *Tremasacus fertilis* 授精之內景
(Guilliermond) (1)-(4) 接合子生成之段階 (5) 子囊
(6)-(7) 單為生殖 膨大

Endomyces Magnusii 為蕃殖於生於山毛櫸之枝及幹上之護膜質之分泌物上之種類，雌雄之配偶子，外形相異，此點與前述之 *Eremasacus* 之有完全同形之配偶子者相異，可謂在系統史上有若干進步之種類也。如第一六五圖所示，菌絲之末端略形膨大者，(同圖 1, o)，殆為生卵器，纖細而略形屈曲者(同圖 s) 為藏精器。授精之際，此兩器相接(同圖 2, o, s)。此兩器各有一個之核(同圖 3)。其後相接之部分之隔膜消失，雄核移入生卵器，與雌核相接(同圖 4)。兩核合着，形成一大核(同圖 5)。此核繼續為數回之分裂，細胞質凝集於各核之周圍，造成數個之孢子而成子囊(同圖 6, a) 又此菌往往行單為生殖。

糖菌科(Saccharomycetaceae) 蕈子菌中體制之最簡單者也。菌絲體不過為一個之細胞而已，球形或為橢圓形。通常由營養生殖而蕃殖，有時生成子囊，子囊由於接合及無性的方法而發生。糖菌因有引起酒精發酵之力，故一名曰酵母菌。營養生殖時，各個體於體之諸處



第一六五圖 *Endomyces Magnusi* (Goulliermond)

(1)菌絲之一部 (2)-(3)接合之初期 (4)雌雄核相接 (5)二者合着 (6)生成子囊(a) (o)生卵器 (s)藏精器 耶大

發生微小之突起(第一六六圖1)。其後,此突起漸次生長肥大,達母體之大度,由母體分離,遂成獨立之個體。此細胞之分裂法曰出芽法。或曰酵母狀出芽法。故真正糖菌一名曰出芽菌。出芽之作用盛時,子細胞未及母細胞之大時,已自行出芽,其所生之子細胞亦然,由此遂生成分枝或不分枝之念珠狀之細胞列(同圖1)。

培養糖菌於營養液中歷久而靜置之,則液而將發生薄皮膜。是為糖菌之大集團。當此之時,糖菌短小球狀細胞,一變而為顯著之長



第一六六圖 糖菌科第一

(Rees, Hansen, Holm, Barker)

(1)啤酒酵母 *Saccharomyces cerevisiae* 之出芽 (2)同,子囊 (3)葡萄酒之酵母 *S. ellipsoideus* 之菌絲體 (4)*Zygosaccharomyces* 之接合及子囊之造成 a 將接合之狀 b 接合中 c 接合終了,一方之細胞變為有四個孢子之子囊 d 兩細胞皆成子囊,各有二個之孢子 (1), (2) $\frac{750}{1}$

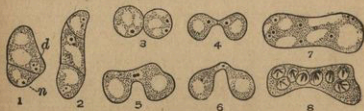
(3) $\frac{660}{1}$ (4) $\frac{750}{1}$

形,此等細胞相連結,造成細胞絲(同圖3),是即在他菌類所見之菌絲體耳。

糖菌將營養液內之養料,消費盡時,造成子囊。在糖菌屬,球狀之菌絲體即變為子囊,內生孢子,孢子數通常為二至八個(同圖2)。又在 *Zygosaccharomyces* 此際行有性生殖。即兩個體相接近,各生嘴狀突起,此突起相合,繼之由兩突起而來之二核合着而生子囊(同圖4)。

啤酒酵母,用於啤酒之釀造,現今有行純粹培養而貯藏之者,品種頗多。葡萄酒酵母,供葡萄酒之釀造, *S. Sake* 為日本酒釀造之用,皆在野生之狀態。

糖菌科中,分裂糖菌屬 (*Schizosaccharomyces*) 之形狀,雖與普通之糖菌類似,但蕃殖不由於出芽法,由於普通之分裂法,是為異點(第一六七圖1,2)。子囊之造成,由於接合,並非如 *Zygosaccharomyces* 之自最初即由獨立之兩個體相接合,一個體先行分裂,變為二個,此二個密接而不離,各生嘴狀突起,此突起相交通,兩者之原形質,再行合着,於是生成孢子(自同圖2至8)。此際兩細胞之接合,原來一個細胞分裂,由分裂而生之二個細胞,互相合着而成者,則兩細胞之形質,應極相近,



第一六七圖 藉菌科第二(Guilliermond) *Schizosaccharomyces*

octosporus (1),(2)分裂 (n)核 (d)菌,分裂中者 (3)分裂後之兩個體相密接 (4)二個體生嘴狀突起而相接 (5)兩細胞體相遇,兩核在合着中 (6)核接合畢 (7)合着之核分裂而成八核 (8)生成八個之孢子 $\frac{1125}{1}$

遺傳質亦應無多大之差別,此種接合,殆為極原始的或已退化者歟。

分裂糖菌之子囊造成,不必待接合即可生成。例如 *Schizosaccharomyces octosporus* 有時不行接合,即生成子囊。

以下所述之 *Dipodascus*, *Protomyces* 等之子囊內,其孢子數不必一定,故此等之孢子囊,有半子囊之稱焉。

Dipodascus albidus 最初發見於自南美採伐之鳳梨科植物之液汁中,其後又於歐洲發見之,在分類學上為與 *Entomyces* 相近之物。其子囊之造成,由於明顯之授精作用。即在菌絲體上,發生二條短矮之枝(第一六八圖 2),此枝之下,發生隔膜。此枝以先端互相接觸,此枝即為配偶子,各含多數之核(同圖 3)。其後兩原形質相混合,此兩配偶子之一,伸長為長形之子囊,其中生成多數之孢子(同圖 4)。此種接合之方法,與前述 *Eremascus* 之接合略相類似,但接合之後,僅配偶子中之一,變為孢子囊。及其中生成多數孢子等點,與此相異。

Protomyces 寄生於生活之陸上植物,菌絲體通過寄主之細胞間隙。子囊完全由無性的方法而產生者,菌絲體之某某細胞膨大而貯蓄養料於其中,周圍發生厚膜,是為休眠孢子(第一六九圖 1,2,3)。此孢子經長期之休眠後,始自其中之原形質,發生多數之孢子(同圖 4,5)。

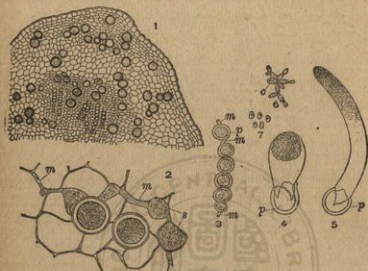
第一六八圖 (1) *Dipodascus albidus*

之菌絲 (c) 分生子 (s) 幼稚之孢子囊 (2) 圖，
 將接合之狀 (3) 圖，接合 (4) 圖，由接合而生孢子
 囊之狀 (5) 圖 (sclerotium)

此際，強韌之外膜破裂，薄弱之內膜膨出，其後此膜亦破，孢子脫出，此等孢子，可由酵母的出芽法而增殖(同圖 6, 7)。此內膜或與子囊相當，亦未可知，但此點尚未明瞭，故 *Protomyces* 之分類學的位置，尚未確定，今姑置於此。

第二 眞囊子菌類 (Euscomycetes)

在此類中凡有授精作用時，接合子不即變爲子囊，必經過若干複



第一六九圖 *Protomyces Inouyei* 所寄生之附地菜(菊科)莖之

橫切面，(2)同，廓大其一部 (m) 菌絲體 (s) 幼稚之孢子囊 (s) 之左方之二個為已成熟而有厚膜之孢子囊 (3),(4),(5),(6),(7) *P. pachydermus* (8) 有數個芽孢胞子(p)之菌絲體(m) (4),(6) 芽孢胞子(p) 發芽而生孢子囊之狀 (6) 孢子為酵母狀之出芽，生成分生子(c)之狀 (7) 孢子 (1) $\frac{90}{1}$ (2) $\frac{260}{1}$ (3) $\frac{120}{1}$ (4),(5) $\frac{200}{1}$ (6),(7) $\frac{370}{1}$ (Brefeld 及草野)

雜之發育後，始生成子囊。

其孢子菌類有性生殖之有無，為向來植物學者間爭議最烈之一疑案。夫孢子菌之有有性生殖，自被有名之法國學者 Tulasne 兄弟及德國之學者 De Bary 等之精細之研究以來，^① 早為一般人士所信用，但 Brefeld 就諸種之菌類，行極精細而且範圍廣大之比較研究，創定一種之菌類分類式，斷定孢子菌完全無有性生殖後，^② 世之學者，大抵皆傾向其說，推翻孢子菌有性說，無性說遂代之為學術上之定論

矣。然一八九五年 Harper 應用近代細胞學的研究法，精檢粉露菌科之一種曰 *Sphaerotheca Castagnei* 之子囊發育，●公表其說於世，於是蕈子菌有性說死灰復燃，學者之主張有性說，日多一日，蕈子菌有授精作用一事，遂為一般世人所主張矣。

授精作用之最簡單者，於 *Sphaerotheca Castagnei* 見之，其授精之外觀，距今數十年前，De Bary 已闡明之。據彼之研究，如第一七〇圖 1 所示，菌絲體上先生二個短矮之直立枝條，其一於基底，一則於接近末端之處，發生隔膜。由此隔膜與他部隔離之部分(a)乃與(b)相接，其後未幾，(b)之細胞，為特異之生長，發生子囊。故 De Bary 以(a)為藏精器，(b)為生卵器，且以其密接之行爲，為不外於授精云。然 De Bary 未為內景之研究，故此際果行授精作用與否，尙未分明，Harper 施以精密之細胞學

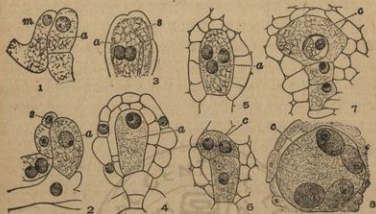


第一七〇圖 真正蕈

子菌之授精第一 (De Bary) (1), (2) *Sphaerotheca Castagnei* 授精之外觀 (a) 藏精器 (b) 造囊器 (c) 授精後發生之被覆絲 (c) 由側面而觀，故藏精器 (a) 僅得見其頂部 $\frac{600}{1}$

研究法，見雌雄核之合着，斷定此際之行動，為真正之授精作用。據彼之研究，第一七一圖 1 與第一七〇圖 1 相當。最初藏精器(s) 與生卵器(a)，皆各含一個之核第一七一圖 2)，兩器密接，未幾，相接之處之膜壁，一部分破裂，藏精器(s)內之核，經此裂縫而移入於生卵器(a)內，於是兩核合着(同圖 3)。Harper 曰，此兩核即為雌雄核，此合着即不外於授精云。

Harper 之研究，雖證明真正蕈子菌類，有授精之現象，然疑問尙未釋然也。蓋如前所述，所謂雌雄核合着終了後之發育，與原生蕈子菌類異，接合子不即變為子囊，經過若干複雜之發育，始生子囊(真正蕈子菌類中子囊之發育方法，雖與紅藻之造果器之發育略似，但其雌

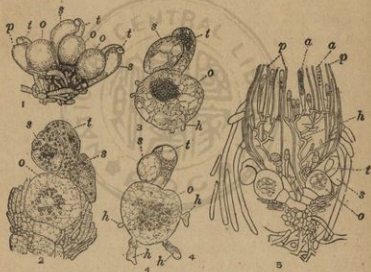


第一七一圖 真正囊子菌之授精第二 (Harper) *Sphaerotheca*

Castagnei 授精順序之內景(極廣大) (1)(m)藏精器母細胞 (a)造囊器
 (2)(s)藏精器 (3)藏精器(s)及造囊器(a)之窩腔相通, (s)內之雄核移入
 (a)內,與之合着中 (4)雌雄核之合着終了,造囊器之周圍,發生二層之被
 覆 (5)造囊器內之核分裂 (6)發生(c)之造囊細胞,有二個核 (7)此
 造囊細胞之兩核相合生成一大核之狀 (8)子囊(本有八個之孢子,今僅示其
 四個)

性配偶子囊,特稱曰造囊器)。今仔細追究其發育方法,造囊器先行伸
 長,然後發生數回之細胞分裂,生成一個略行彎曲之細胞列(第一七
 一圖 6)。此細胞列中(c)之細胞,即為所謂造囊細胞,最初含有二個
 之核,但其後二核相合,變成一個(同圖 7)。因此合着而生之核,經三
 回之分裂,成為八個,繼之生成八個孢子(同圖 8, 但本圖中僅繪有四
 個),造囊細胞(c)變為有八個孢子之子囊。故 *Sphaerotheca* 之發育方
 法,自最初觀,有二度之核之合着,第一即 Harper 之所謂授精者,發
 生於配偶子內(第一七一圖 3, 4),第二發生於子囊內(同圖 6, 7),故
 若認第一次之合着為授精(如 Harper 之主張),則第二次核合着之意
 義不明。反之,若以第二次之核合着為授精,則第一次合着之意義不
 明,關於此點學者之論爭,不一而足,但至今尚不得要領。

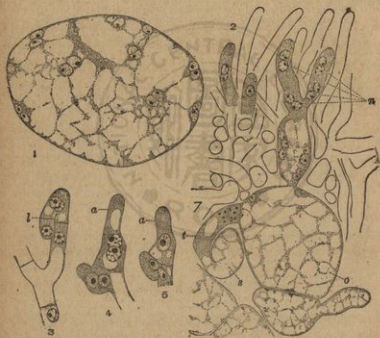
然其後德國之學者 Claussen, 精檢 *Pyronema confluens* 之發育, 對於上記之疑點, 予以明漸之解答。此菌授精之外觀, 數十年前, 已有 Tulasne 兄弟, Kihlman 及 De Bary 之研究, 此菌之成熟之造囊器, 酷似紅藻之造果器由下部膨大之球形部 (第一七二圖 1, o) 與細長之授精絲 (t) 而成, 藏精器 (s), 發生於造囊器之傍, 其先端與授精絲接着。今截斷之。施以適當之方法而檢視之, 則可見造囊器及藏精器皆含有多數之核, 兩器相接處之隔膜破裂, 兩器互相交通 (同



第一七二圖 真正蕈子菌之授精第三 (Harper)

- (1) *Pyronema confluens* 之授精外觀 (s) 藏精器 (o) 造囊器 (t) 授精絲
 (2) 同, 縱切以示藏精器 (s) 與授精絲 (t) 內腔之交通 (s) 授精絲及造囊器間之隔膜消失, 多數之雌雄核, 雜居於造囊器之中心部 (4) 授精絲及造囊器間發生新隔膜, 自後者發生數個之造囊絲 (h)
 (5) 幼稚盤狀器之縱斷, 其右有如 (1) 之授精階段, 其傍造囊絲 (h) 生長, 造子囊 (a) (p) 為側絲 (1)

圖 2), 藏精器內之精核, 皆經授精絲, 而移入造囊器內, 故藏精器成爲空虛之物(同圖 3), 而造囊器內, 則有多數之雄核。其中數個之雄核, 每個皆至各個雌核之傍, 與之相接, 故造囊器內, 生成數對相接之雌雄核團, 但此等僅爲相接, 未至合着(第一七三圖 1)。其後未幾, 自造囊器發生多數之所謂造囊絲(第一七二圖 5 及一七三圖 2), 相接之成對雌雄核, 移動入造囊絲之內(第一七三圖 2)。含有此成對之核



第一七三圖 *Pyronema confluens* 授精之內景廓大(Clausen)

(1) 造囊器之切面, 其中有數對成對之核 (2) 授精絲(1)與藏精器(a)相結合, 造囊器(o)內之核對, 大抵皆移入造囊絲內, (n) 卽示此等核對 (3) (1) 爲彎曲爲鉤狀之最後枝條 (4) 成對之核, 在子囊之原始內(a)相接近 (5) 合着而成一核

(2) $\frac{12}{1}$ 此外 $\frac{1700}{1}$

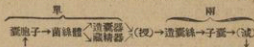
之造囊絲，爲數回之分枝，最終枝條之先端，彎曲成鈎狀（同圖 3,1），其下發生隔膜（同圖 3,4）由是而成而細胞(a)，實爲子囊之原始，其中所有之兩核，即不外於自造囊器移動而來之一對雌雄核而已。此二核至此始行合着，形成一大核（同圖 5）。以後核發生分裂，其生成多數囊孢子之發育方法，與前所述者同（第三〇五頁，第一五九圖）。

今觀此 *Pyronema* 之發育方法，藏精器內之核，雖入造囊器內，最初僅接近於雌核，並未與之合着。及子囊之原始生成後，兩核始能合着，自雄核闖入時起至發生子囊之原始爲止，二核延期其合着。如此延期之例，他亦有之，決非稀有者也。●

由此研究而觀之，前述之 *Sphaerotheca* 之發育，即可了解矣。Harper 以雄核侵入生卵器時爲雌雄核之合着，此恐基因於觀察之誤，此際兩核單相接近（即第一七一圖 3 之時）及後子囊之原始發生，此等之核，始在其中合着（即同圖 7）。然 Harper 以兩核接近爲合着者，因核極爲微細，故陷於如此之錯誤歟。

以上略述一二真正蕈子菌類之授精方法。在此類，證明有真正之授精作用者，雖尙甚少，然在向來認爲無此作用之種類，近時竟確認有其存在，由此觀之，今後其存在之被闡明者，當不少也。

囊孢子造成之際，造囊細胞內由雌雄核之合着而出現之大核，順次爲三回之分裂，以生成八個之核，此已述於前矣（第三〇四頁以下）。據細胞學的研究之結果，此三回之核分裂中，第一回爲減數分裂之異型核分裂，故有性的真正蕈子菌類之核相交替應如次。



更進而考察此類有無世代交替之問題。此類之造囊絲與子囊，恰與紅藻之造囊絲與囊果相當（第二七五頁以降），故此際對於此問題，亦與紅藻同樣，有二個相反之議論，蓋當然者也。即第一說以造囊絲與子囊爲寄生於菌之木體之特別之無性世代，故據此說，則蕈子菌類有明顯之世代交替。然在第二說，不認此等爲有一特別世代之資格，故據此說，則此類完全無世代交替之現象矣。

在前述之 *Pyronema*，造囊器頂部之授精絲，略行彎曲，僅與藏精器相接，然有時授精絲爲螺旋之狀，纏繞於藏精器之周圍。例如裸

囊菌屬(*Gymnoascus*, 第一七四圖 1, 2)之授精時, 最初菌絲體上發生二個短矮之枝條(o), (s), 此等枝條, 不但相接, 且(o)在(s)之周圍, 為螺旋狀之旋捲。其後未幾, (o)之頂點近傍與(s)相接之處之細胞膜破裂, 其內腔互相交通(同圖 3)。(s)內之核, 大抵皆經此裂隙而移入(o)內。

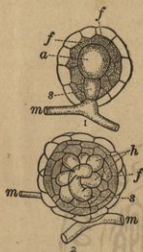


第一七四圖 真正囊子菌之授精第五 (Dale)。

Gymnoascus Reesii (1)(2)授精之外觀 (3)切面, 雌雄器
細胞相交通 (s)藏精器 (o)造囊器 放大

以下擬述以後造囊器發育之狀況, 例如在 *Sphaerotheca Castagnei*, 造囊器發達之際, 由柄條細胞, 發生數條之菌絲, 此等之絲隆起與造囊器相接而包圍之(第一七〇圖 2, c), 此絲曰被覆絲。被覆絲後經幾回之分裂, 於造囊器之周圍, 造成薄壁組織狀之膜壁(第一七五圖 1, f), 及子囊之生成, 此膜壁遂成堅固之子囊殼, 生成含有一個子囊之子囊果焉(第一八一圖 2)。

前述之 *Sphaerotheca* 之子囊殼內, 不過含有一個之子囊而已, 然如此者, 實甚稀少, 多數之種類, 各殼內有多數之子囊。此際造囊器之發育法, 與前略異。例如與 *Sphaerotheca* 相近之粉露菌屬, 其授精法完全與前者同, 造囊器發育, 發生略形彎曲之一細胞例之狀亦與彼無異。然此細胞, 不直接變為一個之子囊, 先由此發生多數短矮之菌絲, 即所謂造囊絲者(第一七五圖 2)。造囊絲分歧數回(同圖 h), 最末枝條之某某細胞, 變為子囊, 一如 *Pyronema*。其後由各造囊絲, 發生四



第一七五圖 子囊之發育第一
(De Bary) (1) *Sphaerotheca*
Castagnei (2) *Erysiphe com-*
munis (m)菌絲體 (s)柄條 (a)
原始子囊 (b)造囊絲之分枝者
(f)被覆絲 (1) $\frac{48}{1}$ (2) $\frac{600}{1}$

至八個之子囊。與此同時，自造囊器之柄條 (s) 發達而成之多數菌絲，包圍於其外，造成子囊殼，一如 *Sphaerot. eca*，故粉露菌屬之子囊果，有四至八個之子囊。

Ascobolus 之子囊果之發育法，大抵上雖與 *pyronema* 相類似，造囊器並不即產生造囊絲，先行分裂，造成一個之細胞列(第一七六圖)。其最奇者，此等細胞之隔膜，生有細孔，故其內腔，皆可交通是也。且此際一個之細胞(同圖 2, o)特為顯著之生長，其他細胞之原形質，皆經此細孔，移入(o)內。(o)則利用此輸入之原形質以為自身之養料，由此養料而生長，發出數條之造囊絲(同圖 1, 2, h)，於造囊絲之諸處，生成子囊(a)。與此同時，自此細胞列近傍之菌絲，發生側絲(p)，側絲與子囊雜生，子囊與側絲相集合，造成所謂子實層。

真正囊子菌之分類，主由子囊果之配列，形狀，及裂開之方法等大抵如次。

- (一)不整囊子菌族
- (二)周菌族
- (三)核菌族
- (四)盤菌族
- (五)外囊菌族
- (六)塊菌族
- (七) Laboulbeniales

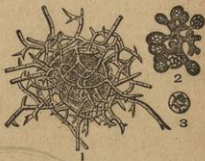


第一七六圖 子囊之發育第二 (Janczewski, Harper)
Ascobolus furfuraceus (1)縱切模式圖。(a)子囊 (o)造
 囊器 (h)造囊絲 (p)側絲 (n)底精器 (k)(c)包圍全體
 之皮層組織，側絲(p)由此組織之細胞發生 (m)菌絲體
 (2)膨大造囊器及其近傍之細胞

(一)不整囊子菌族^① (Plectascales)

在不整囊子菌族，多數之子囊，集團而成被子器。被子器為球形，完全閉鎖，為不規則之裂開，子囊殼內子囊之配列，無一定之順序，配列法甚不規則，是不整囊子菌之名之所由來也。

裸囊菌科 (*Gymnoascaceae*) 體制簡單，子囊孤生，或即生成子囊果，但子囊殼極不完全。例如裸囊菌屬雖由多數之子囊圍集而成子囊果，然造成殼之菌絲，結合極疏，不能形成真正之膜壁，僅為極疏之網狀，故自果外得見子囊（第一七七圖 1）。此菌有授精作用，已如前述（第三二〇頁），其後自造囊器生成造囊絲，在造囊絲之末枝先端，造成子囊（同圖 2, 3），由近傍之菌絲體發生菌絲，被覆於子囊團體之上而生成殼。



第一七七圖 *Gymnoascus Reesei*
(Brefeld, Baranolsky) (1) 子實體
(2) 子實體中所含之子囊及有子囊之枝條
(3) 子囊 (1) $\frac{240}{1}$ (2) $\frac{600}{1}$
(3) $\frac{240}{1}$

麴菌科 (*Aspergillaceae*) 此科屬於此族，為寄生於腐敗之有機物（如果實，麵包，餅，飯等）之黴，最普通者為麴菌屬 (*Aspergillus*) 及青黴屬 (*Penicillium*) 之二屬。二者通常皆由分生子而蕃殖，在前者，分生子柄之末端膨大，由此發出多數之小柄，排列成繖形，在此小柄上，數個之分生子，排列作念珠狀（第一七八圖 2）。在後者，分生子柄為數回之分枝，末端之枝條則輪生，分生子同樣排列成念珠狀（同圖 1）。

兩屬皆甚鮮造成子囊果之舉。如麴菌 (*Aspergillus Oryzae*) 者，似完全不產子囊果。兩屬之子囊果，皆為被子器，其造成法，大體相符，例如 *Asp. glaucus* 被子器之造成時，先於菌絲體上隆起一個之長枝（第一七九圖 1），其末端作螺旋狀，其後此螺旋相密接（同圖 2）。由此螺旋體 (o) 之基底近傍，隆起二條之菌絲（同圖 3），其一 (s)，生長迅速，末端早達螺旋體之頂端，與之密接。此螺旋體 (o) 為造囊器，與此相接之 (s) 之菌絲，是為藏精器。其後未幾，另一菌絲亦達造囊器

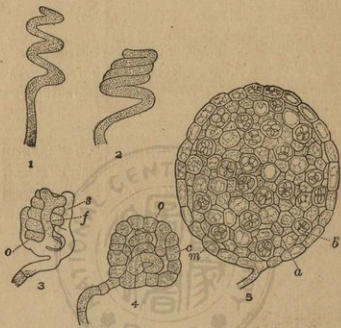


第一七八圖 菌菌科(菌菌)

(1) *Penicillium crustaceum* (2) *Aspergillus glaucus*

(c) 子柄 (s) 小子柄 (b) 子柄之枝

之頂部(同圖 3, f)。又自藏精器之基部，發生多數之菌絲，包圍造囊器，此等細胞分裂，生成由一層細胞而成之子囊殼(同圖 4, c)。此後此等細胞，更行分裂，向內方增殖，與此同時，彼作螺旋狀之造囊器，生長分枝，蔓延於殼內。但子囊由此等枝條之先端造成，故殼內充滿多數之子囊與多數之薄壁細胞(同圖 5)。至子囊果成熟時，此等細胞，自不待論，子囊亦行溶解，故殼內僅見多數之孢子而已。

第一七九圖 *Aspergillus glaucus* (Kny)

(1), (2), (3), (4) 授精外觀之階段 (o) 造囊器 (s) 藏精器
(f) 被覆絲 (c) 由被覆絲之分裂而生之子囊殼 (5) 半成熟
之子囊果(核子器) (m) 膜壁 () 半成熟之子囊 (b) 成熟
之子囊 廓大

據近時關於某種青黴屬之培養實驗之結果，此種關於授精一點
為離性的種類云。⑤

紅麴菌 (*Monascus purpureus*) 為熱帶產，在台灣為釀造紅酒之
用。此種為混性的，在同一菌絲上產生造囊器與藏精器，由此生成有
八個孢子之子囊。

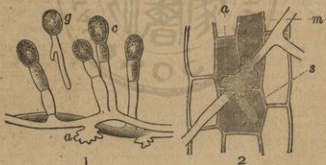
(二)周菌族[●] (Perisporiales)

被子器之周圍，完全閉鎖，與不整囊子菌族同，但子囊必常直立而並列於被子器底，秩序整然，其狀與不整囊子菌族之子囊，隨處雜生於器內者大異。被子器成熟時，為不規則之裂開，散出孢子。無性生殖，由於分生子。

此族中最普通者為粉露菌科。

粉露菌科 (Erysiphaceae) 寄生於生活植物，菌絲體密着，在其上蔓延之狀，恰如蛛窠，以肉眼觀之，莖葉上呈白粉散布之觀，故有粉露菌之名。菌絲體於諸處發生附着器 (第一八〇圖 1, a)，由此而固着於葉莖之表面。又自附着器發生吸根，(同圖 2, s)，吸根破表皮而浸入細胞之內，以為奪取其中養料之用。

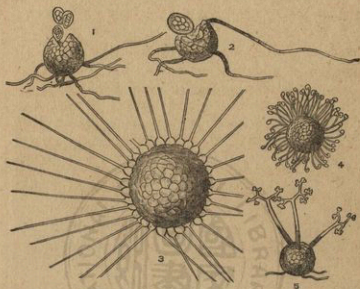
粉露菌，最初由分生子而蕃殖 (同圖 1)，後在菌絲體上諸處發生



第一八〇圖 *Erysiphe Tuckeri* (寄生於葉面)

(Schacht, De Bary) (1) 蔓延於寄主表面之菌絲體之一部 (a) 附着器官 (c) 分生子 (g) 分生子之發芽 (2) 同，寄主表皮與寄生之菌

(m) 菌絲體 (s) 附着器官所生之吸根侵入表皮細胞內之狀 $\frac{400}{1}$



第一八一圖 粉露菌科諸屬之被子器

(1) *Erysiphe Polygoni* 之被子器破裂，示含數個子囊之狀 (2) *Sphaerotheca humilis* 之被子器破裂，示含有一個子囊之狀 (1), (2) 之被子器上所附着之絲線為菌絲體 (3) *Phyllactinia Corylea* 有多下部膨大之形附屬器 (4) *Uncinula Salicis* 有先端彎曲之附屬器 (5) *Podosphaera Oxyacanthae* var. *tridactyla*, 先端有分枝之附屬器

(1), (2), (5) $\frac{130}{1}$ (3), (4) $\frac{100}{1}$

被子器。被子器常孤生，其殼全然閉鎖，故當子囊成熟時，自然為不規則之裂開，散布其孢子(第一八一圖 1, 2)。

粉露菌科之被子器，其殼通常有作種種形狀之絲狀附屬器，為其特徵，此等附屬器之形狀，為此科諸屬分類之要點(同圖 3, 4, 5)。又被子器內，通常有多數之子囊(同圖 1)，間有僅有一個者(同圖 2)。

被子器有由藏精器及造囊器之作用而造成者。*Sphaerotheca* 及粉露菌屬之授精，既如以上所述（第三一五頁，及第三二〇頁），即屬於此。此外，菌絲體上無可認為雌雄器者之發生，僅於菌絲體上，無性的產生被子器者，亦不乏其例。

(三)核菌族● (Pyrenomycetes)

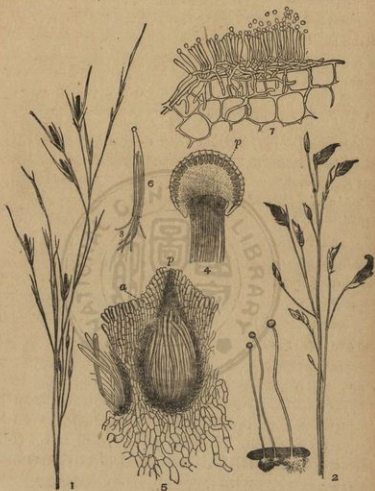
核菌族之被子器，由殼及中核部而成，中核部又由子囊而成。子囊整然並列於器底，作平行狀，此種與周菌族無異（第一八二圖 5），但殼頂有狹隘之孔口，成熟之孢子，經此外出。子囊常與側絲雜生。被子器或孤生，或多數集團，埋沒於一種特別之組織（名曰子座）內者亦有之。

核菌族除以囊孢子蕃殖外，尚產生分生子（例如第一八二圖 7）。

肉座菌科 (Hypocreaceae) 被子器為瓶子狀，頂部有孔。被子器往往圍集於子座內，子囊殼及子座皆甚軟弱，大抵多肉，且有美麗之色彩。

麥角屬 (*Claviceps*) 寄生於種種禾本科植物（芒，小麥等）之子房，當夏秋之際，受其寄生之子房變為一種強固之體（第一八二圖 1, 2），此為耐寒之裝置，名曰菌核。菌核不外由菌絲密集合同，尤以周邊之菌絲，分裂為多數短小之細胞，而成為緻密之薄壁組織狀之組織耳。麥角屬之菌核，形狀如動物之角，故名。菌核至翌春發芽，產生數個之有柄體（同圖 3）。此體即被子器之子座，若縱斷而觀之，則可見表面部之近傍，有多數之被子器，埋沒於其中（同圖 4, p）。各被子器中，含有多數之子囊（同圖 5, a）。子囊之形細長，各藏八個細絲狀之孢子（同圖 6）。此孢子發芽而侵入寄主之子房，最初雖由分生子而蕃殖（同圖 7），其後至夏秋間，再生菌核。

麥角之有性生殖，近時業已證明。麥角發芽而生有柄體時，其中發生肥短之造囊器及細長之藏精器，兩者相接，交換其內容，自造囊器發生造囊絲，生成如第一八二圖 4 及 5 之被子器之集團。●



第一八二圖 麥角屬(*Claviceps*) (Tul. sine, Velenovsky 及原圖)

(1) *C. microcephala* (2) — (7) 麥角 *C. purpurea* (2) 菌核 (3) 菌核之發芽 (4) 子座之縱切 (p) 孢子器 (5) 菌核(4)之一部分 (a) 子囊 (6) 一孢子囊 (s) 絲狀之孢子 (7) 菌核寄生於寄主而生分生子之狀 (1), (2) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{2}{1}$ (4), (5), (6), (7) 放大

冬蟲夏草菌屬 (*Cordyceps*) 寄生於昆蟲，及其幼蟲與蛹，菌絲體蔓延於其體中，消化其軟弱之部，其後分生子柄或有柄之子實體，抽出於其體外 (第一八三圖 1, 2)。昔本草學者見菌絲體由昆蟲體出，誤解為昆蟲變為植物，或植物變為昆蟲者，故命名為冬蟲夏草或夏蟲冬草云。

球果菌科 (Sphaeriaceae) 被子器之形狀，雖種種不一，多數為球形，頂部有孔口，子囊殼頗為堅固，是其特徵，此等子囊殼，在寄主上，作黑色之瘤狀 (第一八四圖 1, 2)。寄生於葉平竹 (*Arundinaria fastuosa*) 生成所謂虎斑竹者之 *Miyoshiella fusispora*，亦屬於此科。

腫狀菌科 (Dothideaceae) 被子器無殼，以埋沒於黑色之子座內為特徵 (同圖 3, 4, 5)。

(四) 盤菌族 (Discomycetes)

盤菌族之子囊果為盤狀器，盤上子囊與側絲雜生，形成子實層 (第一八五圖 2)。盤菌族除盤狀器外，往往產生分生子。

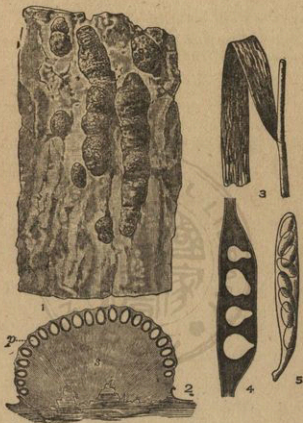
盤狀器在初發生之際，殼雖閉鎖 (同圖 1)，及器漸成熟，殼漸生長而裂開，乃成盤狀 (同圖 2)。盤狀器有無性的造成者，亦有由授精而生者，前述 (第三一七頁) 之 *Pyronema*，即後者之一例也。

碗菌屬 (*Peziza*) 生育於腐敗之植物或地上，行死物寄生之生活，子實體多肉作碗狀，碗之內面，有子實層 (第一八六圖 1, 2)。

槲筴菌屬 (*Morchella*) 為盤菌族中之較大者，子實體有柄 (第一八七圖)。形狀似普通之蕈菌，作棍棒狀或鐘狀。表面有深刻之皺褶，

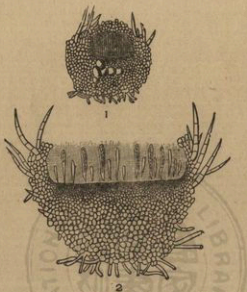


第一八三圖 冬蟲夏草菌屬
(1) *Cordyceps sobolifera* (寄生於蟬) (2) 同，寄生於名稱不明之蛾蛹 $\frac{1}{1}$



第一八四圖 球果菌科及類狀菌科 (Lindau, Winter 及原圖)

(1) *Hypoxylon annulatum* (寄生於枯幹者) (2) 同, 橫切面 (3) 子座
 (P) 被子器 (周圍黑色部分為硬子囊殼) (3), (4), (5) *Phyllachora*
graminis (寄生於禾本科植物之葉) (3) 全形 (4) 子座橫切, 白色之
 部, 為被子器 (5) 子囊 (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{5}{1}$, (3), (4) 膨大 (5) 更膨大



第一八五圖 盤狀族第一(Woronin)

Lachnea pulcherrima 之盤狀器

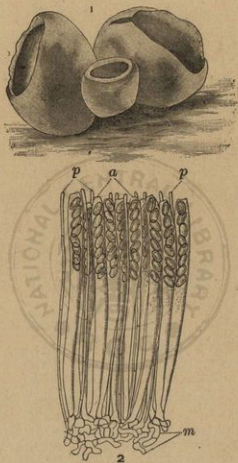
(1)幼稚者 (2)同,成熟而開裂者,有多數之子囊及菌絲

子囊層發生於此凹陷之處。生育於地上,行死物寄生之生活。

碗菌及編笠菌之二屬,尙未發見如 *Pyronema* 之授精作用,但今後之研究,或能發見之,亦未可知。但在目下,除認此二屬之子囊,爲無性的發育之物外,無他法也。

(五)外囊菌族^① (Exoascales)

外囊菌族,寄生於生活之植物。菌絲體大都蔓延於寄主之表皮細胞膜與上皮之間(第一八八圖 2)。子囊造成時,此等菌絲體,分裂爲矮小之細胞,其後此等細胞,向上部延伸,由其壓力而突破上皮,隆起



第一八六圖 盤菌狀第二

(1) *Peziza Suzukii* 之全形 (2) 同, 子實層(a) 子囊 (p) 假絲 (m) 菌絲體 (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{200}{1}$

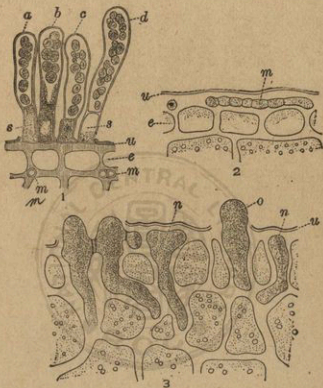


第一八七圖 盤菌族第三

Morchella esculenta. 左全形 右縱切 $\frac{1}{1}$

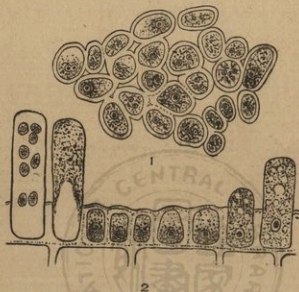
於寄主之組織外，各成子囊(同圖 3)。子囊雖多數並列，然無包圍於其外之殼，故不成子囊果，而裸出於外，故有外囊菌之名。各子囊有六至八個之孢子(同圖 1, a, b)，但往往此等細胞，直接由酵母狀之出芽法而增殖，故成熟之子囊，無囊孢子，僅見由此孢子分裂而生之多數之分生子而已(第一八八圖 1, c, d)。

外囊菌當子囊發生之直前，蔓延於寄主體內之菌絲體，分裂而成多數矮小之細胞，各細胞含有二個之核(第一八九圖 1)。其後此等細胞生長，各成一個之子囊時，其中所含之二核，相合而成一個大核(第一八九圖 2)。此核經數回之分裂，生成數核，其後生成多個各含一核



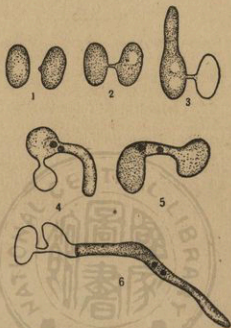
第一八四圖 外囊菌狀 (Sadebeck)

(1) 寄生於李之果實之 *Taphrina Pruni* (e) 寄主之表皮細胞 (n) 上皮 (m) 菌絲體 (s) 子囊之柄頂細胞 (a), (b), (c), (d) 順次示子囊之種種階段 (a) 及 (b) 有八個之孢子 (c) 及 (d) 由此等孢子之分裂而生之多數分生子 (2), (3) *T. Johansonii* (寄生於柘柳之果實) (2) 菌絲 (m) 蔓延於寄主之表皮細胞 (e) 與上皮 (u) 之間之狀 (3) (2) 之菌絲發育而造成子囊之狀 (n) 尚在上皮之下 (o) 已破上皮而隆起 (1) $\frac{600}{1}$ (2), (3) $\frac{500}{1}$



第一八九圖 *Taphrina deformans* 子囊造成之內景 (Dangeard) (1) 由菌絲體之分裂而生之短小細胞，各含二個之核 (2) 示子囊造成時核之合着，最左方之子囊已見分生子，其右之子囊內之黑點，為分裂後之小核(嚙大)

之囊孢子。以上之事實，為人所周知，但各細胞內之二核，如何而發生，其合着是否與授精相當等，關於此菌，尚不乏疑題。然由以下所舉之研究，此疑題似已近於決解矣。據此研究，^① 因囊孢子之出芽而生之分生子，其相隣接之二個中，甲先發生短小之嘴狀突起（第一九〇圖 1），此突起漸次發達，與乙相接，且開放，使甲乙之內容，互相交換（同圖 2）。繼之甲之內容移入乙處，甲成為空虛（同圖 3）。其後乙伸長，變為長管狀之菌絲體（同圖 4）。如前所述，此菌絲體，蔓延於寄主之表皮組織細胞膜與上皮之間而成子囊，故此際，子囊為由授精而發生者。上述之現象，可認為授精作用，相合之二分生子中，發生嘴

第一九〇圖 *Taphrina* 之授精(Wiebes)

(1)-(4) *T. epiphylla* (5) *T. Klebahnii* (1)-(3)分生子之接合順序(外景) (4)-(5)其內景,有雌雄核。(6)發芽,見雌雄核 膨大

狀突起,其內容移向他細胞者,為雄性配偶子,而受此內容者,則為雌性配偶子。更檢視其內景,可見各分生子有一個之核,故接合終了後之細胞,有二個之核(參照同圖 4, 5, 6)。此二核其後為數回至數十回之分裂,決無合着之舉,而菌絲體分裂而為短小之細胞時,各細胞亦有二核(第一八九圖 1)。此細胞,如前所述,為子囊之原始,其二核後合着而為大核(同圖 2),大核經數回之分裂後,囊內生成數個之囊孢子。以此發育法與前述之 *Pyronema* (第三〇六頁)相比較,其狀與後

者之核，在雌雄器接合之後，不即合着，延期至子囊發生之直前，始見合着者毫無二致焉。

屬於此族之菌，寄生於生活植物，引起寄主之種種變形，例如為 *Taphrina Pruni* 所寄生之李之子房，頗為膨大，然其中空虛。如 *T. deformans* 所寄生之桃葉，發生所謂癭葉病。受 *T. Cerasi* 之寄生之櫻枝，為異常之發育，盛生短矮之枝條，所謂天狗風病者是也。

(六) 塊菌族⁹ (Tuberales)

塊菌族之菌絲體，通常生育於地中，間有寄生於樹木之根者。子實體作塊莖狀，生存於地上或地下，終生無裂開之事。未熟之子實體，皮層(第一九一圖 c)之外，尚有無實及有實之兩組織。前者由充滿於空氣且極分歧之管道狀之空隙(同圖 e)與密相連結之菌絲組織(同圖 m)而成。此菌絲組織作暗黑色，甚行分歧。有實組織為暗黃褐色之絲狀



第一九一圖 塊菌族 (Tulasne)

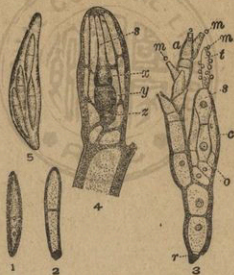
(1) *Tuber rufum* 之切面 (2) 同，膨大其一部 (c) 皮層 (a) 有子囊之組織 (m) 密集交錯之菌絲組織 (e) 充滿空氣之組織

(1) $\frac{5}{1}$ (2) $\frac{450}{1}$

之菌絲組織，其後此菌絲之各細胞皆變為含有二乃至四個孢子之子囊（同圖 a）。其後子囊吸收破壞其近傍之一切組織，以為自身之養料，而生長，故成熟之子實體，內部充滿於孢子，此外一無所有。*Tuber* 在西洋可供食，但在日本，尚未聞有其存在。

(七) Laboulbeniales^②

此族之菌 寄生於昆蟲（其中之甲蟲），使之略受傷害之微細之菌，其體由二乃至數個之細胞而成，下端通常有尖銳之突起，插入寄主之體內（第一九二圖 3, r）。藏精器為長膽瓶狀，各個體上有多數發



第一九二圖 *Laboulbeniales* (Thaxter) *Stigmatomyces Baeri*

(1) 孢子 (2) 發芽 (3) 有雌雄器之個體 (r) 可插入寄主之突起 (o) 遺精器 (c) 授精絲之柄條 (t) 授精絲 (a) 藏精器 (m) 雄精體 (c) 包圍遺精器等之細胞 (4) 授精後授精絲之柄條 (s) 應即消滅，遺精器 變為 (x), (y), (z) 之三細胞 (5) 子囊 皆膨大

生，通常先端裂開，生成球形無運動力之雄性細胞即所謂雄精體 (m) 者。造囊器與紅藻之造果器相類，由三個之細胞而成，最下部者 (o)，為其本體，最上部者 (t)，為授精絲 (s) 為柄條。授精絲雖係裸出，其他之部分，皆由 (c) 細胞包圍，一如此圖所示。授精之際，雄精體固着於授精絲，與紅藻無異。授精終了後，授精絲及柄條皆枯萎，造囊器之下部細胞，分裂為三個 (同圖 4, x, y, z)，其中二個 (x, z) 破壞，惟 (y) 獨分裂而發生多數之子囊。子囊有四個之孢子 (同圖 5)，孢子為二個細胞之團體也 (同圖 1)。

Laboulbeniales 之雌雄器官及授精之外觀，頗與紅藻相似，且其細胞學的研究，亦有行之者，即其內景，亦稍明瞭矣。

囊子菌之系統

詳擔子菌羣之末節。

● 關於囊子菌全般，除三〇二頁註●所引用者外，尚有如次之書，Gwynne-Vaughan, H.: Fungi. Cambridge 1922.

● 參看第三〇二頁註●所引用之論文

① Brefeld, O.: Die Hemiastri und die Ascomyceten. (Unters. aus d. Ges. geb. Mykol. 9, 1891).……Guilliermond, A.: Recherches cytologiques sur les levures. Paris 1902; Recherches cytologiques et taxinomiques sur les Endomycètes. (Rev. gén. de Bot. 21, 1109). Nouvelles observations sur la sexualité des levures. (Arch. Protistenk. 28, 1912).……Juel, H. O.: Ueber Zellinhalt, Befruchtung und Sporenbildung bei *Dipodascus*. (Flora 91, 1902).……Lagerheim, G. de: *Dipodascus altidus*, eine neue geschlechtliche Hemiastee. (Jahrb. eiss. Bot. 24, 189-).……Stoppel, R.: *Eremascus fertiles*. (Flora 97, 1907).

② De Bary, A.: Entwicklungsgechichte der Ascomyceten. Leipzig 1863.……Tulasne, L. R. et C.: Selecta fungorum carpologia 3. Paris 1865; Note sur les phénomènes de copulation que présentent quelques champignons. (Ann. Sc. nat. V. 6, 1866).

③ Brefeld, O.: Die Hemiastri und die Ascomyceten. (Unters. aus d. Ges. geb. Mykol. 9, 1891); Ascomyceten II. (Ibid. 10, 1891).

② Harper, R. A.: Die Entwicklung des Peritheciams bei *Sphaerotheca Castagnei*. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 13, 1895).

③ Claussen, P.: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. *Pyrenoma confluens*. (Zeit. f. Bot. 4, 1912).

④ 例如擔子菌中，核合着延期之例甚多，至後稜擔子菌之部，即可知之。此外在普通之授精時，雌雄核之合着後，爲遺傳因子之貯蓄所之父母染色體，並不立即相會，待至減數分裂之時，始行相會(第二二頁)，則雌雄核即行合着，或不即行合着這傳的無絲毫之差異，惟父母染色體，即移入同一之核膜內或暫時別居之差耳。

⑤ Brefeld, O.: *Penicillium*. (Unters. aus d. Ges. geb. Mykol 2, 1874).
Dale, E.: Observations on Gymnoasceae. (Ann. Bot. 17, 1903).
Dangeard, P. A.: L'origine du périthèce chez les Ascomycètes. (Le Botaniste 10, 1907).
Eidam, E.: Beitrag zur Kenntnis der Gymnoasceen. (Beitr. z. Pflanzen 3, 1885).
Fraser, H. C. J. and Chambers, H. S.: The morphology of *Aspergillus herbariorum*. (Ann. mycol. 5, 1907).
Schicorra, W.: Ueber die Entwicklungsgeschichte von *Monascus*. (Zeit. f. Bot. 1, 1909).

⑥ Perx, H. G.: L'heterothallie dans le genre *Penicillium*. (Bull. Soc. mycol. de France 41, 1925); Heterothallism in the genus *Penicillium*. (Trans. Br. Mycol. Soc. 11, 1926).

⑦ Dangeard, P. A.: La reproduction sexuelle des Ascomycètes. (Le Botaniste 4, 1894); Second mémoire sur la reproduction sexuelle des Ascomycètes. (Ibid. 5, 1897); L'origine des Ascomycètes. (Ibid. 5, 1897); L'origine des périthèces chez les Ascomycètes. (Ibid. 10, 1907).
Harper, R. A.: Die Entwicklung des Perithecium bei *Sphaerotheca Castagnei*. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 13, 1895); Ueber das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwicklung einiger Ascomyceten. (Jahrb. f. wiss. Bot. 29 1896); Kernteilung und freie Zellbildung im Ascus. (Ibid 30, 1897); Sexual reproduction and organization of the nucleus in certain mildews. (Carnegie Inst. Washington Publ. 37, 1905).

⑧ Blackman, V. H. and Welsford, E. J.: The development of the perithecium of *Polystigma rubrum*. (Ann. Bot. 26, 1912).
Dangeard, P. A.: Recherches sur le développement du Périthèce des Ascomycètes. (Le Botaniste 9, 1904-06); Recherches sur le développement du périthèce des

Ascomycètes. 2ème partie. (Ibid. 10, 1907).……Nichols, M. A.: The morphology and development of certain pyrenomycetous fung (Bot. Gaz. 22, 1896).……Nienburg, W.: Zur Entwicklungsgeschichte von *Polystigma rubrum* DC. (Zeit. f. Bot. 6, 1914).

⊙ Killian, K.: Sur la sexualité de l'ergot seigle le *Claviceps purpurea* (Tulasne). (Bull. Soc. mycol. de France 35, 1919).

⊙ Blackman, V. H. and Fraser, H. C. J.: On the sexuality and development of the ascocarp of *Humaria granulata* Quel. (Proc. R. Soc. London B. 77, 1905).……Claussen, P.: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten, *Boudiera*. (Bot. Zeit. 63, 1905); Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten, *Pyronema confluens*. (Zeit. f. Bot. 4, 1912).……Dangeard, P. A.: Recherches sur le développement du périthèce des Ascomycètes. 2ème partie. (Le Botaniste 10, 1907).……Fraser, H. C. J.: On the sexuality and development of the ascocarp of *Lachnea stercoraria*.……Kihlman, O.: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. (Acta Soc. Sc. fennicae 14, 1885).……Harper, R. A.: Sexual reproduction in *Pyronema confluens* and the morphology of the ascocarp. (Ann. Bot. 14, 1900).……Ramlow, G.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Ascoboleen. (Mycol. Centralb. 5, 1914).……Welsford, E. J.: Fertilization in *Ascobolus furfuraceus* (New Phytologist 6, 1907).

⊙ Dangeard, P. A.: La reproduction sexuelle des Ascomycètes. (Le Botaniste 4, 1894).……Giesenhagen, K.: Die Entwicklungsreihen der parasitischen Exoascen. (Flora 81, 1895); *Taphrina*, *Exoascus* und *Magnusiella*. (Bot. Zeit. 59, 1901).……Sadebeck, R.: Untersuchungen über die Pilzgattung *Exoascus*. (Jahrb. Hamburg Wiss. Anstalten 1, 1884); Die parasitischen Exoascen. (Ibid. 10, 1892).

⊙ Weber, M.: Die Infektion, die Myzelüberwinterung und die Kopulation bei Exoascen. (Forsch. aus d. Geb. d. Pflanzenkrank. 3, 1927).

⊙ Buchholz, F.: Zur Entwicklungsgeschichte der Tuberae. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 15, 1897); Beiträge zur Morphologie und Systematik der Hypogaeen. Erg. 1902; Zu Morphologie und Systematik der Fungi hypogaei. (Ann. Mycol. 6, 1903).……Dangeard, P. A.: La truffe. (Le Botaniste 4, 1894).……Scaussnig, B.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Zytologie von *Tuber aesti-*

vum. (Sitzgsb. Akad. Wiss. Wien, math-nat. Kl. Abt. 1, 130, 1921).

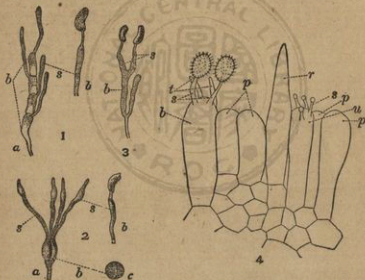
⑥ Faull, J. H.: The cytology of the Laboulbeniales. (Ann. Bot. 25, 1911); The cytology of *Laboulbenia chaetophora* and *L. Gyridarum*. (Ann. Bot. 26, 1912).……Killian, K.: La sexualité des Ascomycètes et leurs relations avec les autres champignons. (Bull. biol. de la France et de la Belgique 54, 1920).……Thaxter, R.: Contribution towards a monograph of the Laboulbeniaceae I-III. (Mem. Amer. Acad. Arts and Sc. 12, 13, 14, 1896, 1908, 1924).



第十一章 擔子菌^o (Basidiomycetes)

擔子菌之體，由菌絲而成，此與藻菌及囊子菌同，菌絲由以隔膜互相隔離之多數細胞而成，各細胞有一至二個之核，有時具多數之核。至於不具葉綠素與行寄生生活二點，皆與藻菌及囊子菌同。

擔子菌與囊子菌異，雖無特殊之雌雄器之分化，然較近之研究，證明其有雌雄之別。又有示混性及離性之別者。



第一九三圖 擔子菌之擔子柄 (Ereifeid 及原圖)

(1) 木耳 (*Auricularia auricula judae*) a. (b) 擔子柄 (s, 小柄(孢子尚未發生) b. 具有一個孢子之小柄 (2) *Eridia corrugativa* a, b, 與 (1) 同。c. 自下觀擔子柄，示其由四行並立之細胞而成 (3) 淚菌屬 (*Dactyomyces*)，注與前同 (4) *Lactaria piperata* 之子實層之一部 (u) 成熟之擔子柄 (i) 孢子已脫落之小柄 (p) 菌絲 (r) 棍棒狀體 (1) $\frac{300}{1}$ (2), (3) $\frac{350}{1}$ (4) $\frac{750}{1}$

擔子菌絕無產生內生孢子者。常以分生子及芽條孢子而蕃殖。此羣之特徵，為有一種特異之子柄，即各子柄上所生之分生子數，各種每有一定，絕無因營養之差異而生差異者（黑穗菌類除外）。此子柄曰擔子柄，此孢子曰擔孢子，因之生有此等之植物曰擔子菌。

擔子柄有三種之別。（一）由一列之四個細胞而成，自各細胞發生小柄於各小柄上，生一個之孢子（第一九三圖 1）。（二）由並立之四個長形細胞而成，各細胞於頂部發生小柄，各小柄上，產生一個之孢子（同圖 2）。（三）由一個之細胞而成，頂部有二至四個之小柄，各小柄上發生一個之孢子（同圖 3, 4）。

擔子菌之分類如次。

- 第一 黑穗菌類
- 第二 銹菌類
- 第三 眞擔子菌類

第一 黑穗菌類 (Ustilaginales)

黑穗菌類，寄生於陸上植物，尤以禾本科植物為顯著。菌絲體蔓延於寄主之細胞間隙，不顯於外。通常蔓延到達於寄主之花部時，子房或葯內之菌絲體，發生橫膜，分裂為多數短矮之細胞（第一九四圖 4），未幾此等細胞互相分離，成為球狀，變為孢子。此孢子之發育法，既如上述，故畢竟為一種芽條孢子，又因其外膜黑色，故特稱焦孢子。細胞有多數之核。黑穗菌類有黑穗菌科及腥黑穗菌科。

黑穗菌科 (Ustilaginaceae) 焦孢子若墜落於地上，則發芽而為微細之菌絲體（第一九四圖 1, p），是曰前菌絲。前菌絲由一列之數個細胞而成，處處發生不定數之芽孢子 (r)（與擔孢子相當）。故黑穗菌科之前菌絲，其狀頗與第一類之擔子柄（第一九三圖 1）同，惟其所生之芽孢子，其數不定，與彼略異耳。此芽孢子墜落於富於養料之田地等處，由酵母狀出芽法而盛行蕃殖（第一九四圖 2）。及養料幾乎消盡時而止。此時芽孢子發芽而生菌絲（同圖 3）。菌絲由寄主根莖之交



第一九四圖 黑穗菌科 (Brefeld)

(1) 燕麥黑穗菌 (*Ustilago Avenae*) 之焦孢子發芽 (p) 前菌絲 (s) 焦孢子 (r) 芽孢子 (2) 同, 芽孢子之酵母狀出芽 (3) 同, 芽孢子之發芽 (4) *U. Olivacea* 之菌絲狹隘, 造成焦孢子之狀, 此菌絲之膨大之各部分, 各成一

個之焦孢子。 (1) $\frac{450}{1}$ (2), (3) $\frac{200}{1}$
(4) $\frac{400}{1}$

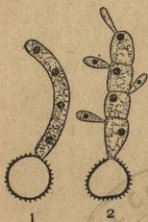
界之軟弱部分侵入體內, 通過細胞間隙內, 漸次向上方蔓延, 與此同時, 下部之菌絲體, 漸行消滅, 菌絲達寄主之花部, 侵入子房及藥等時, 始如前述, 切成焦孢子 (同圖 4)。焦孢子為黑色之粉末狀物, 充滿於子房及藥之內。

屬於此科之黑穗菌屬 (*Ustilago*), 種類甚多。如前所述, 其焦孢子之生成, 大多限於花部, 但寄生於玉蜀黍之玉蜀黍黑穗菌 (*U. Maydis*), 不限於花, 且寄生於莖及葉, 引起異常之發育, 且於莖葉等處, 生成焦孢子。

黑穗菌科, 有無有性生殖, 此問題, 已為多年之疑案, 近時關於此科之授精及核相交替之

研究, 續出不已。● 試檢視黑穗菌屬諸種類之焦孢子, 其幼稚者, 必有二個之核, 及老成時, 始合而為一。此時代, 不問老幼, 皆可認為屬於兩數相者。後當此等孢子之發芽時, 其中發生減數分裂, 於是單數相開始, 故因其發芽而生之前菌絲 (擔子柄), 及其上所生之芽孢子 (擔孢子) 皆屬於單數相 (第一九五圖)。芽孢子侵入寄主植物, 由此而生之菌絲體蔓延於寄主體中時, 若精檢其細胞, 各細胞有二個之核, 表示已復於兩數相。此菌絲體切斷而變成者為焦孢子 (第一九四圖 3, 4), 此等孢子有二個之核, 已如上述矣。

最奇者, 上述之前菌絲及其上所生之芽孢子, 雖屬於單數相, 由



第一九五圖 *Ustilago Scabiosae* 之發芽(Harper)

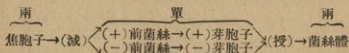
(1) 前菌絲有四個之核，其間之隔壁，尚未發生 (2) 前菌絲已分為四個細胞，各細胞有一個之核，且各細胞所生之芽孢子(其一除外)亦各有一個之核 (1)及(2)之核皆為單數核 龐大

此而生之菌絲體之在寄主體中者，不知何時發生變動，已屬為兩數相之一事是也(參考前文)。對於此事，吾人所應問者，此單數相如何變為兩數相是也。關於此點 Kniep 曾以 *Ustilago violacea* 為材料，施行培養實驗，其結果，證明有授精作用，故發生如此之變動云。據此實驗，取一個之此種芽孢子而培養之於培養基上，由此而發生前菌絲，其上產生芽孢子，芽孢子由出芽而增殖，其數達於莫大之域。今採取數個之此等芽孢子，浮之於例如有鹼性反應之水上，則未幾芽孢子兩兩相接，各發生短小之管，兩管相通，交換其內容，即能產生含有二核之細胞。其後此細胞行數回之分裂，生成多細胞之菌絲體時，細胞分裂雖必伴隨核分裂，核決無合着之舉，故此等細胞，應各常含有二個之核，其理至明。要之，芽孢子之兩兩相合之舉動，可認為授精作用

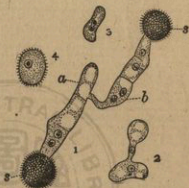
因此而生屬於兩數相之菌絲體，兩核暫不合着(稱之曰雙核)，延期至芽孢子出生之時，一如囊子菌之 *Pyronema* 或 *Taphrina* 然(第三二〇頁及第三三七頁)。

在此授精現象中，最顯著之事實，即培養一個之芽孢子，使之蕃殖，但由其出芽而生之子孫芽孢子，決不互相接合，其能接合者，必限於由其他芽孢子出芽而生之子孫芽孢子是也。蓋芽孢子有(+)與(-)之別，(+)與(+), (-)與(-), 不能接合，惟(+)與(-)始得接合，此理甚明(離性)。

根據以上所述，黑穗菌科之核相交替，可表示如次



以上所述者，爲自單數相向兩數相移動之一方法，在黑穗菌屬，此方法視種類而異。例如裸黑穗菌 (*Ustilago nuda*) (第一九六圖) 之芽孢子，兩相結合之狀，一如 *U. violacea* (同圖 2)。又有自不同之焦孢子出生之不同之前菌絲中，某某細胞，互相連結，甲細胞 (a, 同圖 1) 之核，移入乙細胞 (b) 之內，因而造成屬於兩數相之細胞者。



第一九六圖 黑穗菌之接合
(Rawitscher)

腥黑穗菌科 (Tilletiaceae) 焦孢子發芽後，生成由一個細胞而成之前菌絲 (第一九七圖 1, p)，在前菌絲之頂部，發生不定數之絲狀芽孢子。故此菌絲，與第三類之擔子柄 (第一九三圖 3) 類似，惟芽孢子數不定，與此異耳。此芽

孢子往往發出橫向之短突起，每二個相連絡 (第一九七圖 2)，細胞內腔，遂相溝通。其後芽孢子發生短小之柄條，柄條之上，產生鑷形之曲屈之芽孢子 (同圖 3, b)，此稱曰第二次之芽孢子而最初之芽孢子，則稱曰第一次之芽孢子 (同圖 a)。第二次之芽孢子發芽而生菌絲，此菌絲侵入寄主體內，抵達花部，造成焦孢子，其經過與黑穗菌科無異。但在腥黑穗菌科，焦孢子不作粉末狀，在子房等內，成爲一塊，與彼不同。此菌有一種之奇臭，其臭氣恰與腐敗之魚類所發者類似，故有腥黑穗菌之名。

(1) 二個之焦孢子 (s) 發芽而生之前菌絲相接合，(a) 細胞內之核，移入 (b) 細胞之狀 (2) 芽孢子之接合 (3) 焦孢子內之二核 (4) 二核合着後 $\frac{1000}{1}$



第一九七圖 腥黑穗菌科(Tulasne)

Tilletia Tritici 担孢子之發芽

(p)前菌絲 (a)第一次芽孢子 (b)第二次芽孢子 (g)第一次芽孢子所生之
 纖細之發芽管 $\frac{400}{1}$

關於此科，尚無詳細之細胞學的研究，故此際有無如黑穗菌科之授精作用，尙未分明。但絲狀之芽孢子有互相交通之現象，此與授精，有無關係，尙有待於今後之研究也。

第二 銹菌類(Uredinales)

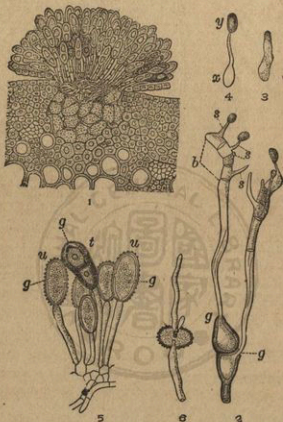
銹菌類寄生於生活之植物，菌絲體多蔓延於寄主之葉莖中，通過細胞間隙，分生子之集團，抽出於寄主之組織外，其狀恰如葉莖上生銹者然，故由此菌之寄生而引起之病害曰銹病，而名此菌曰銹菌。

銹菌所生之分生子(外生孢子)共有四種，冬孢子，擔孢子，銹孢子，及夏孢子是也。此等孢子，順次於寄主之體上發生，有時同一種類之不同之分生子，有產生於不同之寄主體上者(異種銹菌)。但銹菌不必悉具此四種之孢子者也。

第一，冬孢子為一種休眠孢子，有內外二膜，外膜甚為強韌，此孢子在某種類，個個獨立，然在其他之種類，二乃至三個或三個以上為集團(第一九八圖 1, 同圖 5, t)，通常雖有多細胞孢子之稱，其實各細胞為一個之孢子，發芽時，各分別發生菌絲(同圖 2)。

冬孢子及冬孢子團，皆有柄條(子柄)。子柄多數相合為束狀，突破寄主之組織而出外(同圖 1)。冬孢子各細胞之外膜，通常有較薄之一處，是稱發芽孔(第一九八圖 2, g)。冬孢子越年，至翌春發芽，由此孔發生菌絲。

第二，冬孢子發芽之際，內膜生長而伸長，破發芽孔而抽出。在抽



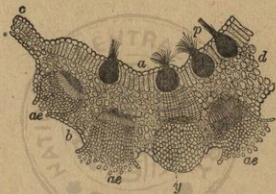
第一九八圖 黑銹病菌第一 (Tavel, Tulasne, De Bary)

(1) 橫切寄主之葉，示冬孢子束 (2) 冬孢子之發芽 (g) 發芽孔
 (b) 擔子柄 (s) 小柄 (3) 擔孢子之發芽 (4) 同。當(x) 不能透
 入寄主時，生成第二次孢子(y) 之狀 (5) 夏孢子(a) 及冬孢子(t)
 (g) 發芽孔 (6) 夏孢子之發芽 (1) $\frac{150}{1}$ (2) $\frac{30}{1}$ (3) (4)

$\frac{370}{1}$ (6) $\frac{300}{1}$ (6) $\frac{300}{1}$

出之菌絲之先端，有由排列為一行之四個細胞而成之擔子柄（同圖 2, b）。擔子柄之各細胞，抽出小柄(s)，在其上產生一個之擔孢子（第一類擔子柄，與第一九三圖 1 相當）。

第三，銹孢子常由一個之細胞而成，各子柄上，有多數之孢子，排成連鎖狀（第一九九圖）。此等子柄，多數相並列，其外有由一層細胞而成之碗狀器包圍之。孢子成熟時，碗狀器之上部裂開，孢子散出。此碗狀器曰銹胞器（同圖 α, γ ）。



第一九九圖 黑銹病菌第二 (De Bary) 小麥屬伏牛花之葉橫切
(a)葉之上部 (b)葉之下部，此葉在(c)處尚屬天然之厚度，至於(d)
處，則因菌之寄生，葉柄變之肥厚 (p)子柄器 (α)銹胞器之已裂開
者 (γ)同上之未裂開者 稍膨大

第四，夏孢子常由一個細胞而成，膜甚薄，各有子柄，多數相圍集，且突出於寄主組織外，與冬孢子無異（第一九八圖 5, u）。發芽時，放出菌絲，侵入寄主。外膜有二至十個之發芽孔(g)，故發芽之際，能發出二至十條之菌絲。

銹菌類此外尚產別種之分生子(第二〇〇圖 3)。此分生子為極微細之粒狀體，居細絲狀之子柄上(同圖 2)，又多數子柄圍集，其外有包容此之粉子器(同圖 1，第一九九圖 p)。⑤粉子器大抵生於銹孢子

之近傍，例如銹孢子生於寄主葉之下面，則粉柄器必生於其對面之上部（第一九九圖 p）是也。粉柄器埋沒於寄主之組織內，其分生子破寄主之表皮，成熟後乃分散。又粉子器之開口處，有細絲狀之毛茸叢生（第二〇〇圖 1）。

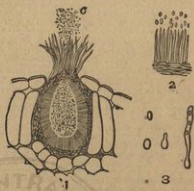
此分生子究為何物，關於此點，學者之議論，尙未一致，近時於 *Puccinia* 之某種，有實驗的證明此分生子有有性的功能者（參考第三三三頁以下）。

為銹菌所侵犯之植物體，通常發生茶褐色，黑色等斑點，為其特徵，然有時亦有稍稍膨大者，又有為異常之發育，發生所謂天狗巢病者。

今舉二三之例於次，以示銹菌發育之狀況。

黑銹病菌 (*Puccinia graminis*) 寄生於種種之禾本科植物。夏孢子 (第一九八圖 5, a) 之外膜雖無色，內含黃褐色之脂肪滴，故以肉眼觀之，有此孢子之病葉等，有黃褐色之斑點。夏孢子飛散，達於他處而發芽，發芽菌絲經氣孔而入寄主體內，以傳播此種病害。至冬期，則不生夏孢子而造成冬孢子 (第一九八圖 1, 5, t)。因冬孢子之強韌之外膜為黑色，故葉上之斑點，亦為黑色 (故有黑銹病菌之名)。至翌春冬孢子發芽而生之擔孢子若達於小蘗屬之一種曰伏牛花者之葉上，則立即發芽，因此而生之菌絲，穿破寄主葉之表皮而入組織內，菌絲體蔓延於細胞間隙之中，其後先在葉之上面發生粉子器 (第一九九圖 p, 第二〇〇圖)。數日之後，自同一之菌絲體，產生銹胞器於葉之下面 (第一九九圖 y, re)。由此而生之銹孢子，到達於禾本科植物，始能發芽。經氣孔而入體中，菌絲體蔓延於其中，再造成夏孢子。

如此，黑銹病菌生成種種之孢子，且此等孢子，生於完全不同之寄主體上，故非詳細



第二〇〇圖 黑銹病菌第三 (Tavel)

- (1) 小蘗屬葉之粉子器縱切 (c) 脫出之分生子 (2) 粉子器內分生子層之一部 (3) 分生子及其發芽，發芽管內有油滴 (1) $\frac{150}{1}$
(2) $\frac{225}{1}$ (3) $\frac{460}{1}$

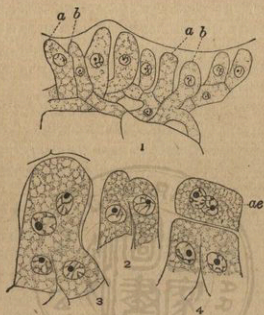
研究其發育史，則其不能知悉此等孢子皆屬於同一種之銹菌也明矣。故昔之學者，以此等孢子為屬於別種之菌者，例如認冬孢子屬於黑銹病菌，然夏孢子則以為係 *Uredo linealis* 之菌類所生，銹孢子則主張由 *Aecidium Berberidis* 之菌所生等是也。證明此等孢子皆屬於同一種之菌類者，乃一八六五年 De Bary 及 Oersted 二氏，自此研究出世以來，此外多數之異種銹菌，遂為世人所知矣。

上述之 *Puccinia*，在銹菌類中，有生成一切孢子之力，其他之種類，未必皆然。例如 *Gymnosporangium* 不生夏孢子，屬於此屬之 *G. Japonicum* 之冬孢子，生於檜 (*Juniperus Chinensis*) 之枝，由其發芽而生之擔孢子，寄生於梨之葉上，於其中產生粉子器及銹胞器。銹孢子再達於檜後，不產夏孢子，即生成冬孢子云。

又 *Puccinia Sophorae Japonicae* 寄生於槐樹，雖產生夏孢子，冬孢子，擔孢子及粉柄器，但不生銹孢子，且此菌之所有孢子，皆生於同一種之寄主上，與上述諸種類異。是曰同種銹菌，與異種銹菌對比。

此外尚有一生涯中無銹孢子及粉子器者（例如 *Uromyces Alchimillae*）無銹孢子，夏孢子及粉子器者（例如 *Puccinia Malvacearum*）及無夏孢子與冬孢子者（*Endophyllum sempervivi*）等等。

關於銹菌類之授精現象，精細之研究續出，已闡明其詳矣。●今舉 *Phragmidium speciosum* 之一例，以述其研究之大略。自銹胞器時代始。此種當銹孢子將造成之際，並立於寄主表皮下之菌絲中，某某互相密接（第二〇一圖 1, a, b），而於二者境界處之隔膜，發生裂隙（同圖 2），繼之兩菌絲內之核，各自分裂，各生兩個之子核（同圖 3）。在上方之二核，雖會於一處，然不合着（同圖 4），先於 (dc) 之處，發生細胞隔膜，生成銹孢子 (e)，故各銹孢子有二個之核。此二個之核，雖相接近，並不合着，故其後此銹孢子發芽而生菌絲，其細胞亦因之各有二核（兩數菌絲）。又由此產生之夏孢子及冬孢子，亦應各含二核（兩數相）。冬孢子最初雖有二核，稍後此等始相合着，成為一核（第二〇二圖 1-2）。故在此類，當銹孢子造成之前，菌絲相接，核相會於一處之行動，可認為授精作用之開始，惟兩核之合着，略行延期耳。與此

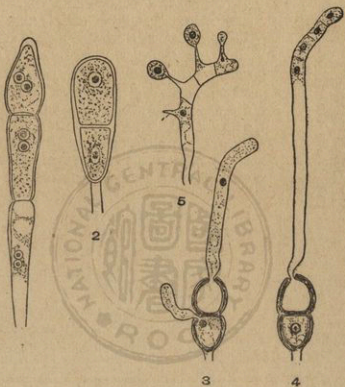


第二〇一圖 銹菌族之授精(Christman) *Phragmidium speciosum*

(1) 銹孢子造成前之狀, (a)(b) 將密接合着之菌絲細胞 (2), (3), (4) 同, 兩細胞合着, 生成含有二核之銹孢子(ae)

同樣之事實, 見之於真正囊子菌及黑穗菌, 此已如吾人之所述矣(第三〇七頁及第三二五頁)。

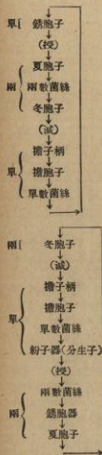
試觀銹菌類之核相交替, 如前所述, 屬於兩數相之冬孢子, 當發芽時, 發芽管突破其黑色厚膜而外出(第二〇二圖 3)。此發芽管, 最初僅有一個之核(同圖 3), 及管生長時, 核連續為二次之分裂, 生成四個之核, 於是管變為由各含一核之四個細胞而成之擔子柄(同圖 4)。此二回之核分裂, 可作減數分裂看, 兩數相之向單數相推移, 正在斯時。因之由此擔子柄之各細胞所生之四個擔孢子核(同圖 5), 應各屬於單數相, 擔孢子發芽而生之菌絲體亦然(單數菌絲)。



第二〇二圖 *Puccinia Malvacearum* (Sappin-Trouffy 及 Werth)
 (1) 近於成熟之冬孢子，有二核 (2) 完全成熟之冬孢子，各細胞有由二核
 合着而成之一核 (3), (4), (5) 冬孢子發芽之階段 (1)-(2) $\frac{1000}{1}$ (3),
 (4), (5) $\frac{510}{1}$

上述之核相交替，以表示之則如次(次頁第一表)。

近時有證明 *Puccinia* 之某種(其中以黑銹病菌及 *P. Helianthi* 爲最)之孢子器在生殖上有重要之功能者，其研究尙不能謂完成，其大略如次。



例如由黑銹病菌之冬孢子發芽而生之擔孢子，散佈於小麥屬伏牛花之葉上，擔孢子因此接種，雖在葉上發生隆起，但獨由孢子，隆起之內，僅生孢子器，而不生銹孢子。後者在自然狀態之下，一個孢子器內之分生子，與分佈於此處之葉，由昆蟲之媒介，運來另一子柄器。自甲乙兩孢子器所生之菌絲體，合着之後，始能發生者也。然不同之孢子器之分生子雖見混合，但不必皆能生成銹孢子。要之，擔孢子，如前所述，為減數分裂之後，產生之物，關於性別，蓋有(+)與(-)之分，由此而生之孢子器及分生子，與自後者產生之菌絲體，自應有(+)與(-)之別。而銹孢子者，(+)及(-)之菌絲體合同後，始能發生之物，蓋其明也。此由核相交替之方面考察之。擔孢子，分生子及由分生子而生之菌絲體，皆為單數，因(+)及(-)菌絲體之合同作用(授精)而生之銹孢子，應屬於兩數。故含子柄器在內之核相交替之狀，應如次(見此頁之第二表)

前例(此頁之第一表)之銹孢子為單數，在第二表則屬於兩數，此差異殆基因於種類之不同。關於此點，尚需要將來之研究。

銹菌項在生態學上最顯著之事實，厥為寄主限制之現象。此現象最初為 Schröter, Plowright, Rostrap 等所發見，後經 Klebahn, Magnus 等研究，其中以 Eriksson 之研究為最詳。④

今舉 Eriksson 所研究之黑銹病菌之寄主限制之一例如次。此菌寄生於黑麥(*Secale cereale*)，烏麥，大麥，小麥等種種之禾木科植物。寄生於黑麥者之夏孢子，接種於大麥等，則能發芽，菌亦能寄生於此等植物。若接種此夏孢子於烏麥，鴨茅，大看麥類等，則此菌不能寄生。反之將自烏麥所得之夏孢子，接種於黑麥，大麥等，此實驗終歸失敗。然比較寄生於黑麥之菌，與寄生於烏麥之菌，菌絲之形狀，孢子之大小，形狀，發育之模樣等，其間無毫厘之差異，在分類學上，應屬於同一種者也。然而兩者之行爲，竟有如此之差異者，蓋外形雖同，在分類學上雖屬於同一種，然其遺傳質必有多少之區別，因有此區別，故其行爲有如此之差異也。故自分類學上觀之此菌應為一種，然自生態學上論之，應認為別種，是故名曰黑銹病菌之分類學上之一種，應含有寄生於烏麥之品種，寄生於黑麥之品種及其他如下所述之多數之品種。此品種名曰生態學的品種。據 Eriksson 之研究，黑銹病菌，有五個明顯之生態學的品種如次。

- (1) Forma Secalis 寄生於黑麥，大麥，*Triticum repens* 等者
- (2) Forma Avenae 寄生於烏麥，鴨茅，大看麥類等者
- (3) Forma Aliae 寄生於 *Aira caespitosa* 等者
- (4) Forma Agrostis 寄生於糠稷屬 *A. canina* 及 *A. stolonifera* 等者
- (5) Forma Poae 寄生於芣繁屬 *Poa compressa* 者

如以上所述，在分類學上應屬於同一種類之菌類中，不寄生於烏麥者，其他品種，則不能寄生，又某一品種，能寄生於大麥，另一品種則不能，如此所寄生之寄主似有制限，此現象頗堪注目。此種現象，果由何等原因而發生者乎，關於此點，目下雖有若干之說，然尚未分明。

第三 眞擔子菌類^⑤ (Eubasidiomycetes)

眞擔子菌類之擔子柄，與囊子菌類之子囊相當。幼稚之擔子柄，雖有二核（第二〇三圖 1），然未幾即相合而爲一（同圖 2）。此核通常經二回之分裂，變成四核（同圖 3），通過各擔子小柄，而入擔孢子內（同圖 4）。

第三二二頁及第三二三頁所記述之事項，大都關於眞擔子菌類者。以下擬順次論述其各族。在此類，子實體通常發育頗佳。

此類之有性的生殖器官，雖無爲特殊之發達者，但其行有性生殖之事實，已由細胞學的研究而明矣。

- (一) 木耳族 (Auricularineae)
- (二) 膠菌族 (Tremellineae)
- (三) 淚菌族 (Dacryomycetinae)

以上三族，皆行死物寄生，生於樹幹等之上。子實體爲膠體，作耳狀及其他種種之形狀。其中如淚菌族者，子實體頗富於水分，其狀往往如垂淚，故名（第二〇四圖）。



第二〇三圖 *Armillaria mellea*
(Ruhland)

- (1) 幼稚之擔子柄(有二核)
- (2) 稍老成者(二核合而爲一)
- (3) 由擔子柄生成四條之擔子小柄，與四個之孢子(有四核)
- (4) 示擔子小柄及孢子之一，核經小柄而移入孢子內之狀



第二〇四圖 *Exidia truncata* 寄生於枯幹上之狀 $\frac{1}{1}$

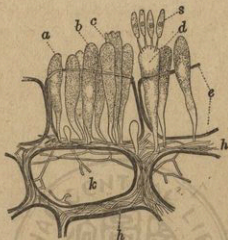
子實層生於此膠體內，擔子柄之狀，三族各異。木耳族之擔子柄，由一列之四個細胞而成（第一類之擔子柄，第一九三圖 1）而在膠菌族，則由平行之長形四細胞而成（第二類之擔子柄，同圖 2），自各細胞出生之小柄上，各生一個之孢子。至於淚菌族之擔子柄，僅由一個之細胞而成，其上端產生二條之長形小柄（第三類之擔子柄，同圖 3），各小柄上，產生一個之孢子。

（四）帽菌族 (Hymenomycetinae)

帽菌族之擔子柄，屬於上述之第三類，常由一個之細胞而成，發出二至四條之小柄，在小柄上產生一個之孢子。擔子柄多數並立，此外有側絲（第一九三圖 4, p），有時且有棍棒狀體 (r)，與之雜生，造成子實層。側絲及棍棒狀體，形狀雖與擔子柄相類，但無孢子，棍棒狀體較側絲為大形，細胞膜甚厚。但兩者之生理上之功能，皆不明。

帽菌族通常產生子實體。子實體有簡單者與複雜者，複雜者之形狀如傘，或如帽（香蕈，松蕈），故有菌帽或菌傘之名。子實體突出於地上或寄主之體外。營養體為分歧之菌絲體，生育於地下或寄主之體內，有活物寄生及死物寄生之別。

帽菌族中之簡單者為外子菌科 (Exobasidiaceae)，屬於此科之菌類，寄生於生活之植物，菌絲體蔓延於寄主之表皮下，破表皮而外出，生成子實層，但並不產生子實體（第二〇五圖）。此科之菌，寄生於山藤蕪，石南，茶梅，山茶等，使葉發生異常，生成不規則之多肉瘤狀之突起，通常所謂瘤病者是也。



第二〇五圖 *Erobasidium Vaccinii* (Woronin)

(a), (b), (c), (d) 擔子柄發芽之順序 (s) 孢子 (h) 菌絲

(e) 寄主之表皮細胞 (k) 同，內皮細胞 $\frac{620}{1}$



1



2

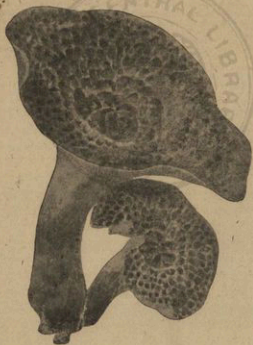
第二〇六圖 (原圖及 Weiststein)

(1) *Peniophora quercina* (寄生於柞木) (2) *Clavaria aurea* $\frac{1}{1}$

疣茸科 (Thelephoraceae) 體制稍見進步，具子實體，但子實體不為帽狀，狀扁平而質則革質或皮膜質。在樹木之枯幹上着生，幾佔其全面(第二〇六圖 1)。子實層在此子實體之全面上。

簕菌科 (Clavariaceae) 子實體多肉而有柄條，先端分枝為簕狀，全面有子實層(同圖 2)。生育於地上，行死物寄生。

茅葷科 (Hydnaceae) 子實體有針狀突起(第二〇七圖)。突起之全面有子實層。生育於枯幹上或地上，行死物寄生。茅葷 (*Hydnum aspratium*) 可供食用。



第二〇七圖 茅葷 (*Hydnum aspratium*) $\frac{2}{3}$

多孔菌科(靈芝科)(Polyporaceae) 子實體為皮膜狀,帽狀,及半帽狀等種種,其裏面有向外開放之細管狀之深孔(第二〇八圖2)或



第二〇八圖 多孔菌科第一

(1) *Fomes opplanatus* $\frac{1}{6}$ (2) 同上, 縱切模式圖(廣大) (1)下面, 縱切可見細管(t), 其內面有子實體

分枝極盛之複雜之窠道(第二〇九圖),此孔或窠道之內面,發生子實體。多孔菌科多由樹木之傷口侵入而寄生於其中。子實體甚堅硬,俗稱胡驢眼者屬之(第二〇八圖1)。淚蕈(*Merulius laeformans*)能使建築用之木材腐朽而破壞之,引起大害。此外生育於地上,其子實體不甚堅硬,得供食用者,有**Boletus subtomentosus**, 重盤(*Polyporus frondosus*)等。

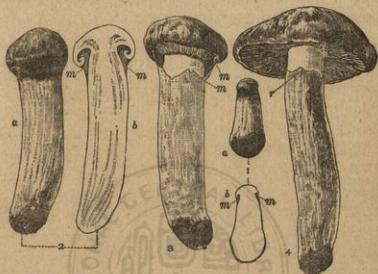
菌蕈科(*Agaricaceae*) 帽菌族中含有最多數之種類,俗稱蕈者,大抵屬於此科。如松蕈(*Armillaria Matsudake*, 第二一〇圖),香蕈(*Cortinellus Shiitake*),青頭菌(*Lactaria Hatsudake*),*Psalliota campestris*, 瓢菌(*Amanita pantherina*)等,食用菌及有毒菌,不遑枚舉。

子實體為傘狀,大多具柄條。傘之裏面自柄條着生之處至傘之緣邊,有放射狀並立之平板,形狀如小刀之刀片,又似織機之筘,是曰菌褶。子實體在菌褶板之全面(第二一〇圖4)。

此科之某種,其子實體之幼稚者,有一種皮膜狀之菌絲組織,被覆於其上(第二一〇圖1,2)。及子實體成熟,此傘開張時,此皮膜組織破損(同圖3,m),其後此破片有殘留者,名曰菌輪(同圖4,r)。有此皮膜組織之菌,名曰被實菌,此即子實體當幼稚時,由皮膜被覆於其上故也。反之,在某種



第二〇九圖 多孔菌科第二
(1)*Daedalea styracifolia*之全形(寄生於枯幹) (2)露大其一部,以示窠道 (1) $\frac{1}{2}$



第二一〇圖 菌蕈科 松茸 (*Armillaria Matsudake*)

- (1)極幼稚者 a.全形 b.縱切 (m)皮膜組織 (2)較老成者 a.全形 b.縱切 (3)更老成者,皮膜組織 (m)已破 (4)幾已成熟者 (r)菌輪 倍 $\frac{1}{2}$

類,子實體最初即不具皮膜,故稱曰裸實菌。被實菌之子實體,最初為皮膜所包被之一點,頗與後述之腹菌類相近似。

菌蕈科通常多生育於富於有機物之土壤或已枯死之樹幹上,但間有行活物寄生者。例如 *Agaricus melleus*, 多數之菌絲體相合,成黑色或黑褐色之堅硬之粗纖維,此纖維蔓延於樹木之韌皮部與木部之間,菌絲後入木部內,害及樹木之生育。

帽菌之授精^⑤

真擔子菌類,有有性的行為,此事於帽菌族證明,故於此處略述其研究結果之大要。帽菌族之性,有混性與雌性之別,在前者,由子實

體上之一孢子，能再發生子實體，至於後者，必由異性之二個孢子之共同作用，始能產生次代之子實體。今先就雌性的帽菌而論，帽菌族之擔孢子，各有一個之核，與銹菌族無異。但苟檢視雌性種之菌絲，則其構成之細胞，各有二個之核。此由單數向兩數之變遷，果如何而發生乎。其詳細已於 *Corticiium serum* 之一例闡明矣。自此菌之子實體，採取數個之擔孢子而行混交培養，則可見由此發生之菌絲，互相交錯。在此際（第二——

圖），自甲之擔孢子(r)發出之菌絲之(a)細胞與乙之擔孢子(s)所出之菌絲之(b)細胞相接，其境界之膜壁破裂，其內容雖相混合，然核不合着，因之由此連合而生之細胞，中有二個之核（雙核）（兩數相）。如此之菌絲蕃殖發達而發生子實體之原始，故其構成之細胞，亦必然的自初即有二核。在 *Corticiium serum*，如以上所述之經過，生成兩數相之菌絲體，此雖已闡明，然在其他多數之雌性種，關於此點，尚無研究。但在一切之雌性種，為生成次代之子實體計，必需要自各別之擔孢子而

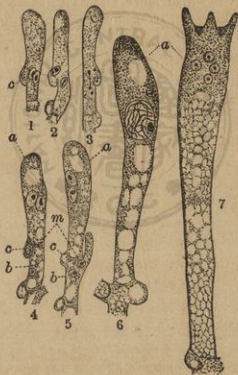
生之菌絲之共同作用，由此觀之，兩數菌絲之發生，其由於與 *Corticiium serum* 大同小異之方法，殆無疑問。此際行共同作用之孢子，不必來自各別之子實體，即自同一之子實體而來，亦無不可。夫此共同作用，對於雌性種子實體之發達，所以必要者，此等孢子及其所生之菌絲，有(+)與(-)之二種，欲求子實體之發生，必須(+)與(-)相混合故也。由上所述，由來於同一子實體之孢子，居然能達造成子實體之目的，由此觀之，各子實體中，皆有(+)與(-)之二種孢子之存在，明矣。



第二——圖 *Corticiium*

serum (Lehfeldt) 由發芽而生之幼穉之二菌絲相交錯之後 (r)(s) 孢子 (a)(b) 菌絲之細胞 膨大

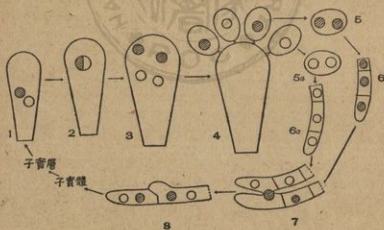
如以上所述，一旦生成兩數菌絲後，其後大多數可見一種特異之現象，所謂絞具之造成是也。此作用自具有雙核之細胞，其中央部發生一小突起(c) (第二一二圖 1) 開始，其後雙核之一，移入此突起之內，其餘之一，殘留於外 (同圖 2)。繼之雙核一齊分裂 (所謂連合分裂，同圖 3)，由此分裂而生之四核中，一入突起(c)之內，一存於突起之下部 (b 細胞)，其餘之二個移至上部，互相接近 (同圖 4)，且其後生成膜壁(m)，故 (同圖 4, 5) 細胞(a) 具雙核，(c) (b) 僅各有一核，但其



第二一二圖 *Armillaria amoëna*

之絞具之造成 (Kniep) (c) 絞具細胞，其餘詳本文中

後未幾此間之膜壁消滅，內腔相通，因此生成各具二核之二細胞(a)及(c b)，(同圖 5)。其後(a)細胞之雙核合着，成一大核(同圖 6)(兩核合着後之 a 細胞，可認為接合子)。此兩數核即連續行二回之分裂，生成四核(同圖 7)。此分裂中，第一回為減數分裂之異型核分裂，故其所生成之四核，皆屬於單數相，此甚明顯之事。(a)細胞為擔子柄，其上端生四條之小突起(同圖 7)，各突起上發生一個之擔孢子，上述之四核，各分入孢子中。又如前所述，(+)及(-)之兩種擔孢子，存在於同一子實體上，至為明顯，其所以至此者，蓋當減數分裂之際，殆發生(+)與(-)兩性之分離故也。即由此分裂而生之四核中(第二一二圖 7)，二個為(+)性，其餘之二個，屬於(-)性，故一個擔子柄上之四個孢子中，其二含有(+)核，其餘之二，應含有(-)核。第二一三圖為表明此點之模式圖(圖中●及○示(+)及(-)性之核)，1 示擔子柄之原始細胞，此細胞兼有(+)及(-)核，故 1 與第二一二圖之 4 或 5 之(a)細胞相當。2 示(+)及(-)核之合着，與第二一二圖之 6 相

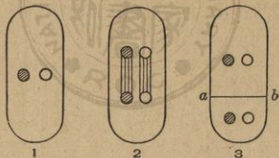


第二一三圖 蕈性種(Sans)圖解詳本文

●及○示(+)及(-)性之核。本圖未詳示紋具之造成，僅於 8 表示關於此之小突起

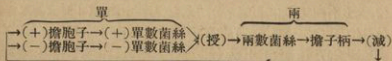
當。又3有四核，此為由減數分裂而生者，其中二為(+)，其餘之二為(-)性，與第二一二圖之7相當。繼之每擔孢子內，各移入一核(第二一三圖4)，因之發生(+)及(-)之孢子各二個。其次兩種孢子之核，雖行分裂(5, 5a)，然皆發生於細胞分裂之直後，故由各孢子產生之菌絲細胞僅有一個之(+)或(-)核(6, 6a)而已。後(+)及(-)之菌絲相會(7)，因而生成兼有(+)及(-)兩種之核之兩數菌絲(8)。

試考察上述鉸具造成之現象之意義，此似在於抑制因一核之分裂而生之二子核之合着，使與由來於他核之子核之合着成為可能是也。第二一四圖為表示此意之模式圖，其1在同一細胞內，有(+)及(-)核之共存(此二核例如由第二一一圖所示之方法，可認為由(+)及(-)菌絲而來者)，與第二一二圖之1或2相當。2為此雙核一齊分裂之處(連合分裂)，與第二一二圖之3相當。3為因(ab)隔離之生，細胞分為上下二部之狀，似與第二一二圖之5相當，上細胞蓋部(a)也。如此四核中(+)與(+), 或(-)與(-)之接近，遂被妨礙。(+)僅能與(-)相接近，而得相合矣。



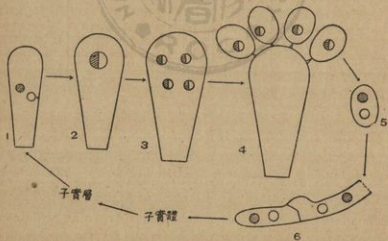
第二一四圖 表示鉸具造成意義之模式圖

如以上所述，由別個擔孢子而來之菌絲，互相交錯，造成含有雙核之細胞，其後此雙核相合着等現象，當然可認為授精作用者也。惟此際之授精，與通常者大不相同之處，雌雄器官，頗不發達，兩性核之會合及其合着，皆於普通之營養細胞內行之是也。此授精之核相交替如次。



在混性種 (例如 *Hypochnus terrestris*)，若僅分離一個之擔孢子而行培養之實驗，則菌絲體盛行發達，善能造成次代之子實體。據其細胞學的研究，擔孢子最初有一個之核，一如離性種，但未幾，此核二分，各孢子皆含有二個之核矣。因之構成由其所生菌絲之細胞，自最初即有雙核，此等菌絲，屬於兩數相。此際鉸具造成之現象，或可見或不可見。而其後之行爲，與離性種絲毫無異 (例如第二一二圖所示)。此等菌絲細胞，行若干回之分裂，遂生成擔子柄之原始細胞。故後者具有雙核。此雙核相合着而成一大核，繼之大核爲連續二回之分裂，生成四核，各分入一個之擔孢子內。此後之核之行爲，一如前節所述。

就以上關於混性種所述之處與其由一個孢子出發，竟至造成次代之子實體之事實，綜合而考察之，其行爲之全部，恐如第二一五圖



第二一五圖 混性種(Sass) 圖詳本文，●及○示(+)及(-)之核

僅由多數之擔子柄錯綜而成者有之(不整擔子菌, Plectobasidiinae, 第二一六圖 3), 或其中有迷走之穹道狀之室, 子實層存在於其內面者(眞腹菌 Eugasteromycetinae, 第二一七圖 3)者亦有之。子實體成熟時, 基本體完全溶解, 或變爲粉末狀而破壞, 僅殘留孢子。子實體多產於地上或枯幹上, 間有埋沒於地下者。腹菌類皆行死物寄生。



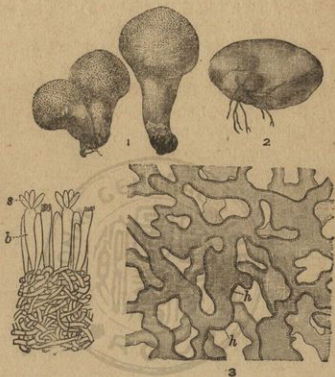
第二一六圖 不整擔子菌(Tulasco)

(1), (2) 土星菌 (*Geaster hygrometricus*) (1) 幼稚者 (2) 成熟者

(3) *Scleroderma vulgare* 之擔子柄 (1), (2) $\frac{1}{2}$ (3) 極膨大

第一 不整擔子菌(Plectobasidiinae)屬於此類之菌中, 最普通者爲土星菌(*Geaster hygrometricus*)。此菌之殼, 由內外之二膜而成, 外膜甚爲堅固, 幼稚者雖完全包鎖於其中(第二一六圖 1), 成熟後則裂開爲數片, 基本體成粉末狀, 薄內膜之頂部破裂(同圖 2), 孢子由此裂隙向外飛散, 狀如塵埃。

第二 眞腹菌(Eugasteromycetinae) 皮腹菌科(Hymenogastreae)有麥蕈者, 可供食用, 爲人所周知(第二一七圖 2)。基本體有穹道樣之室(同圖 3), 一見之下, 頗與屬於囊子菌之 *Tuber* (第三三八頁)相似。然此穹道樣之裏面之子實層, 並無子囊, 而爲擔子柄,



第二一七圖 內腹蕈科及塵蕈科

- (1) 塵蕈 (*Lycoperdon gemmatum*) (2) 漆蕈 (*Elvelopogon aestivus*)
 (3) 同, 子實體切面 (h) 子實層 (4) 同, 子實層及其下錯綜之菌絲組織
 之一部 (b) 擔子柄 (a) 孢子 (1), (2) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{55}{1}$ (4) $\frac{300}{1}$

由此可得而區別 (同圖 4)。成熟時, 基本體及殼, 皆行溶解, 僅餘孢子。

塵蕈科 (*Lycoperdaceae*) 子實體之殼, 由內外二膜而成, 當成熟之際, 外膜破壞, 內膜之頂部亦略行破裂, 其孢子自裂隙散布於外之

狀，與不整擔子菌之土星菌相同(第二一七圖 1)，但基本體並非僅由錯綜之擔子柄而成，其內有竇道，與彼異趣。

椴蕈科 (Nidulariaceae) 子實體未成熟時，基本體有竇道樣之室，及成熟而基本體溶解時，室之內面之子實層，與其近傍之一部分組織，皆得殘留，發生數個微細之 Lens 形之體。故殼裂開作椴狀時，此等 Lens 形之體內，其狀恰如鳥巢(第二一八圖)。生育於地上或枯幹之上。

腹菌族中，體制之最完備者，為**鬼筆科** (Phallaceae)。其中如 *Phallus impudicus* 為最普通之物，生育於森林等處，形狀及其大小，略與鵝卵相似(第二一九圖 1)。若縱斷而視之(同圖 2)，殼由內，外，中之三層而成，內外之二層(e, i)甚薄，中層(c)由肥厚之黏液質而成。基本體可分為內外二層，在內者(s)，生長成熟後，變為基本體之柄條(同圖 3, s)。成熟時，殼破裂為鞘狀，存在於柄條之基部(同圖 3)。柄條之頂部，有基本體，基本體有深刻之皺紋，於此處產生子實層。子實層化為黏液，同時此菌發出一種之惡臭，招致蠅類，以為孢子傳播之作。

網傘菌 (*Dictyophora phalloidea*) 多產於熱帶，中國日本亦產之。基本體柄條之周圍，有帽狀之網囊，是其特徵(同圖 4)。

不完全菌 Fungi (Imperfecti)

菌絲由多數之細胞而成，不生子囊，亦不生擔子柄。但屬於此類之菌之一部，殆屬於囊子菌羣，可認為與其分生子時代相當者也。此

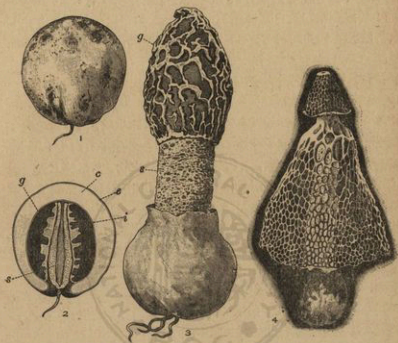


第二一八圖 椴蕈科

(1) 椴蕈 (*Cruetbulum vulgare*)

之寄生於枯木片上者 $\frac{1}{1}$ (2) 同

上一個之縱切圖 (放大)



第二一九圖 鬼筆科(厚圃及 Wettstein) (1)—(3) *Phallus impudicus*
 (1)最幼稚者 (2)同,縱斷 (e)殼之外層 (c)中層 (i)內層 (g)柄條 (k)
 基本體 (3)同,已成熟者 (4)網傘菌(*Dictyophora phalloidea*) 皆 $\frac{1}{1}$

等種類及此外在分類學上有所屬不明之菌絲體之種類，概括之而名曰不完全菌。但經近時之研究，從來屬於此類者中，已闡明其所屬者，不乏其例。

囊子菌及擔子菌之系統

關於囊子菌及擔子菌之系統，Brefeld 之分類式，曾一時風靡於學界，此式之根據，大略如次。

第一、囊子菌之子囊，必純爲無性的生成之物，*Erysiphe*, *Pyronema* 等之藏精器及造囊器(第三一四頁——第三二一頁)，據 Brefeld 之說，決非有性生殖器官，不過完全無性的菌絲，形成如此之形態而已。

第二、擔子菌之擔孢子，純爲無性的生成之物，並無生成此物之有性生殖器官。

第三、藻菌有無性的及有性的生殖。其無性生殖，由於內生孢子及分生子。藻菌中有僅生分生子之種類及兼生分生子與內生孢子者。

第四、囊子菌之子囊，既純爲無性的所生之物，在系統上與藻菌之無性孢子相當，囊孢子則與孢子囊內之內生孢子相當。然囊子菌兼產分生子與囊孢子，此等菌類，蓋由藻菌中之兼有分生子及內生孢子者(例如 *Choanephoraceae*, 第三〇一頁)進化而來者也。其進化之情形殆如次。藻菌之體無隔膜，孢子囊內之孢子數，視外界之情形而異。反之真正囊子菌之體中發生隔膜，囊內之孢子數，常有一定，已不能應順外界之情形而變化矣。而介於此進化之中間菌類，亦有之，*Protomyces* 等是也，此等菌體，內有隔膜，囊內之孢子數，因時而有多少之差。Brefeld 名此等菌類曰半囊子菌(*Hemiasci*)。

第五、擔子菌之擔子柄，既純爲無性的生成之物，在系統上，應與藻菌分生子之子柄相當，擔孢子與分生子相當。擔子菌僅生擔孢子，而不產內生孢子，此蓋由藻菌中僅生分生子之種類(例如 *Chaetocladaceae*, 第三〇一頁)進化而來者也。其進化之情形如下。藻菌之體中無隔膜，各子柄上之分生子數，順應環境之狀況而有變化。銹菌及真擔子菌則與之相反，體中發生隔膜，各擔子柄上之分生子數，常有一定，爲二至四個。菌類中有介於此進化之中間者，即黑穗菌是也，體中有隔膜，然擔子柄(前菌絲)上之孢子數，因時因地，有若干之差異。故 Brefeld 名黑穗菌曰半擔子菌(*Hemibasidii*)。

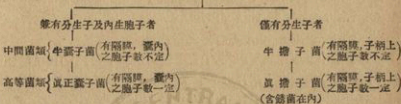
第六、故半囊子菌及半擔子菌之二類，乃介於藻菌與高等菌類(*Mycomycetes*, 真正囊子菌及真擔子菌之總稱)，之中間者，故稱之

曰中間菌類(Mesomycetes)。

今以表表示 Brefeld 之分類式，則如次

藻菌類

(體中無隔絲，囊內及子柄上之孢子數不定)



Brefeld 之分類式，一目瞭然，故發表之後，學者多採用此式，但其後之研究，漸發見此式之不妥，其中尤以關於囊子菌之系統之部分，Brefeld 式之成立之根據，大與實驗上之事實相違背，日漸明白。Brefeld 以囊子菌為不行有性生殖者，主張子囊純由無性的方法產生，但自 Harper 之研究以來，囊子菌之某種，有有性生殖，為明顯之事實，此等菌類之子囊，行有性生殖，然後始能發生者也。又 Brefeld 以囊子菌之子囊，為由來於藻菌之孢子囊之物，然苟仔細考究兩者之孢子發育之經過，則可發見顯著之差異（第二八三頁，第三〇四頁），此二種之孢子造成法，完全異趣，絕不能認一方由他方進化而來者也。故藻菌之孢子囊，與囊子菌之子囊並無系統上之親緣關係，而 Brefeld 所主張之囊子菌由來於藻菌之說，不得謂當。

然則囊子菌果自何物而來乎？

今試以真正囊子菌之授精及子囊發育之狀態，與紅藻之種類相比較，則可見其間頗多符合之處。例如向來所研究之諸種真正囊子菌之造囊器，頗與紅藻之造果器類似。*Pyronema* 有授精絲（第三一七頁），而 *Laboulbeniales*（第三三九頁）及地衣類之某種（第三八三頁）之造囊器，不但有授精絲，且有不動之雄精體，授精絲着生之狀，與紅藻毫無二致（第二三一圖）。又 *Erysiphe*, *Pyronema*（第三二〇

頁), *Ascobolus* (第三二一頁)等,授精終了後,由造囊器發生造囊絲,由造囊絲生成子囊,其近傍之菌絲,發達而造成子囊果之殼,其狀恰與紅藻之造果器,發生造胞絲,由造胞絲產生孢子,其近傍之細胞發達而造成囊果之壁者無異。要之關於真正囊子菌之授精及囊果之發育,從來學者之研究,雖不甚多,然自此等少數研究之結果觀之,其與紅藻相符合,蓋甚明矣。此後經充分之研究,則二者間一致之狀,當更顯明,囊子菌在系統上由來於紅藻之說,決非不當者也。

囊子菌中之原生囊子菌,其子囊直接由接合子發生,不由如真正囊子菌所行之複雜之方法,故此點與紅藻大異。故原生囊子菌,在系統上不由來於紅藻,不無自藻菌降生之疑,但其中模範之種類,具有與真正囊子菌無異之子囊,由此觀之,似與後者有親緣之關係。本書著者以原生囊子菌為後進的由真正囊子菌之退化作用而生成之物,因此其構造及生殖法,皆變為如此之簡單。據此見解,原生囊子菌經真正囊子菌,間接的與紅藻有親緣之關係,故本書著者,名之曰後生囊子菌(術語或可作 *Metascomycetes*),不置之於囊子菌分類式之首,卻置之於真正囊子菌之次位,此著者所信為妥當者也。但因其退化之確證,尚未獲得,姑依向來之分類法,保存原生二字,且不改變其分類學上之位置。

關於擔子菌之系統,在此菌之授精現象,業已闡明之今日, Brefeld 說之不妥,自極明顯。然苟以其中之真擔子菌,與囊子菌中之真正囊子菌相比較,則其間有系統的親緣,自無可疑。例如觀於授精後兩者之孢子造成法,其間有顯著之類似點。第一五九圖 1, 2, 3 等示子囊之原始, 第二一二圖 1, 2, 3, 4, 5, 6, 則示擔子柄之原始, 其中之雌雄核, 皆先合着, 生成屬於兩數相之大核, 繼之, 因此大核之分裂, 染色體始行減數, 發生單數核, 此後尚繼續發生一至二回之核分裂, 生成數個之單數核, 以此核為中心, 一方發生數個之囊孢子, 他方則生成數個之擔孢子(比較第一五九圖與二一三圖)。如此, 前者為內生孢子, 後者為外生孢子, 關於此點, 兩者雖各異, 然其發育方法之酷似,

有如前述，由此觀之，兩種之孢子，在形態學上，可謂同源，故囊子菌與擔子菌之間，有系統上之親緣關係，蓋無疑矣。是故苟以囊子菌為發源於紅藻者，則擔子菌殆當囊子菌自紅藻進化而成以後，未幾即自囊子菌分枝而生者歟。

銹菌類之與真擔子菌類有親緣關係，亦無可疑。例如於擔子柄上發生四個之分生子等點，為兩類之極相類似者也。又擔子菌中之黑穗菌，據 Brefeld 之說，為真正擔子菌自藻菌進化之中間菌類，但若以紅藻為此等菌類之祖，則此說固屬不當。由前所述者觀之，黑穗菌與銹菌或真擔子菌有系統上之親緣關係，似無可疑。至於其詳，尙有待於今後之研究。

地衣 (Lichenes)

地衣為由囊子菌(極少數之擔子菌)與分裂藻或綠藻合同而造成之複合植物，藻類攝取大氣中之二氧化碳，造成有機物，以其一部給與菌類，而菌則吸取水及溶解於其中之無機鹽類，以其一部與藻，兩者互補其不足以為生活。此種生活之方法曰共生。

為造成地衣計，菌類捕獲藻類之狀況，於天然狀態或人工培養，皆可得而見之。例如在第二二〇圖 1, 2, 分歧之菌絲捕捉藻類之狀，歷歷可見。尤其在第二二〇圖 3, 4, 可見菌絲貫穿藻之細胞膜而侵入原形質內之狀。

地衣由地上及地下之二部而成。地下部為使自體固着或為吸收養料之用，有深入生育之處及着生較淺者，是曰假根菌絲。假根菌絲往往多數團結，生成假根體(第二二三圖 2, r)。假根體之入地中者，有深淺之別。

地衣之地上部，其外形種種不一，或以全面固着於樹皮岩石等，苟不損傷其體，則頗難使之與樹皮等分離，是曰固着地衣(第二二一圖 1, 3)。或形如葉，僅由數條之假根，着生於樹皮或地面等，甚易使之與生育地分離，是曰葉狀地衣(同圖 2)。或有分歧或不分歧之莖

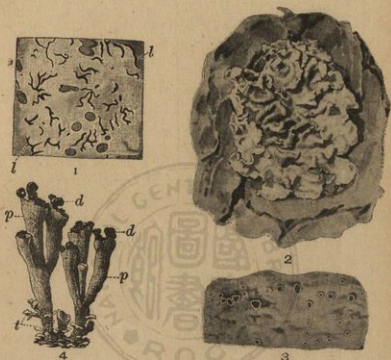


第二〇圖 菌絲叢藻而造成地衣之狀 (Bornet)

- (1) 造成地衣 *Stereocaulon ramulosum* 之菌，其分枝極盛之菌絲體(m)與分囊藻(s)之 *Scytonema* 糾纏之狀 (2) 地衣 *Physma chalazanum* 之菌之菌絲體(n)，穿入念珠藻屬(s)之體內之狀 (3)，(4)地衣 *Cladonia furcata* 之菌之菌絲體(m)與綠藻 *Protococcus* (s)密接之狀* (1) $\frac{650}{1}$ (2)，(3)，(4) $\frac{950}{1}$

狀部者，名曰木狀地衣(同圖4及第二二二圖)。或有個體為黏液質所包圍，故呈膠體狀者，是曰膠狀地衣。

地衣之內部構造，甚不一致，最簡單者，如第二二三圖1所示，菌絲及藻，在體內為不規則之配列。是曰同層地衣。地衣體內之藻，昔之學者，認為地衣之一器官，命名曰綠顆體。現今雖知其為獨立之植物



第二一圖 地衣數種

(1)文字地衣(*Graphis scripta*) (1), 生於樹皮上之狀 (2) *Parmelia praetervisa* (3) *Lecanora* sp. (4)石蕊屬之一種(*Cladonia* sp.)

(l)葉狀體 (p)小足 (d)盤狀體 (1) $\frac{3}{1}$ (2) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{4}{1}$ (4) $\frac{2}{1}$

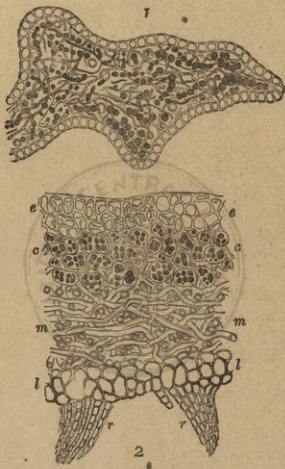
而非一器官，然尚沿用此名。

兜苔屬 (*Sticta*) 之構造，稍形複雜。試橫切而觀之(第二二三圖 2)，最上層有由菌絲而成之表皮樣組織(e)，是曰皮層，次為包含藻類之部(c)，稱之曰綠韌層，菌絲與之混生而密着於其上，以為吸收養料之用，次有錯綜之菌絲，稱之曰髓層，其次為由菌絲而成之皮層(1)，



第二二二圖 松菌

(*Umea longissima*) 略加縮小



第二二三圖 地衣體之解剖的構造 (Sachs)

(1) *Leptogium scotinum* 之切面 (2) 兜苔 (*Sticta fuliginosa*) 之切面 (e) 上外皮 (l) 下外皮 (c) 緣膜層 (m) 菌絲層 (r)

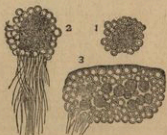
假根 (1) $\frac{500}{1}$ (2) $\frac{500}{1}$

由此發生假根體(r)。凡地衣之個體,可如此分爲數層者,名之曰異層地衣。

營養生殖時,在地衣體內,一個乃至數個之綠類體,爲菌絲所包圍而成爲一體,皮層破後,由裂隙脫出而散布於地衣體外,爲風所運搬,到達一處,發芽而生新地衣。此體曰粉狀體(第二二四圖)。

地衣之子實體,爲菌所產生,藻不產焉。造成地衣之菌類主屬於囊子菌中之核菌及盤菌二族,亦有極少數屬於擔子菌中之帽菌族者,故其子實體亦與此等菌類常時所產者同。子實體之種類爲地衣分類上第一之標準。其分類如次。

第一 核菌地衣(Pyrenolichenes)由核菌與藻構成,故其子實體爲被子器,其頂部有孔口。被子器作膽瓶狀,埋沒於營養體內,子囊及側絲由被子器之內壁發生(第二二五圖)。子囊內之孢子,由一至多數之細胞而成,成熟時,爲強有力之射出,其狀與普通之核菌無異。



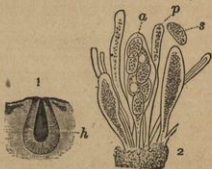
第二二四圖 地衣之無性生殖
(Schwendener)

(1) *Xanthoria parietina* 之粉狀體
(2)同,發芽而生成支持纖維者 (3)同,
由粉狀體而生之幼稚地衣體 $\frac{500}{1}$

第二二五圖 核菌地衣

(Tulasne) *Ferrucaria muralis*

(1) 子實體縱切面 (h) 子實層
廓大 (2) 子實層之一部更加廓
大者 (a) 子囊 (p) 側絲 (s)
孢子



第二 盤菌地衣 (Discolichenes)

由盤菌與藻而成，故其子實體為盤狀器。產生於營養體之諸處(第二二六圖 d)。在石蕊屬(*Cladonia*)，先於葉狀之營養體上，產生喇叭狀(第二二一圖 4)或樹枝狀之器官，盤狀器(d)發生於其上，此器官曰小足。盤狀器之構造，與通常盤菌所生者無異(第二二七圖)。

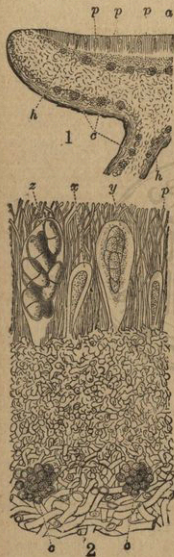
核菌地衣，及盤菌地衣，除上述之子囊果外，尚有所謂雄精器，生成與銹菌類之子柄器之分生子相類似之微細之雄精體(第二二八圖)。唯此雄精體究為分生子抑為雄精細胞，尚未分明。



第二二六圖 盤菌地衣
Alectoria sulcata 之一部分 (d) 盤狀器 $\frac{1}{1}$

第三 擔子地衣 (Basidiolichenes) 其數甚少，如 *Cora pavonia* 者，即其一例，(第二二九圖 1) 體之內壁有裂隙(同圖 2, h)，裂隙內發生子實層，子實層具擔子柄。*Dictyonema* 多產於熱帶，其中之 *D. sericeum* (第二三〇圖)，產於日本。

地衣之子實體，是否由有性生殖而生成，自古視為疑問，至今尚未解決。Stahl 最初於 *Collema* 發見造囊器，其後 Baur 重加檢查。據諸氏之說，造囊器作絲狀，由一列並列之多數細胞而成，下部旋捲成螺旋狀。上部之授精絲(t)，僅露出其末端於由黏液質而成之基本物質之外(第二三一圖)。雄精體之附着於授精絲之此部，其狀恰似紅藻之授精(同圖 3)。其後自造囊器之下部(同圖 2, o) 生一枝，此枝為造囊絲，由此生成子囊，又自其近傍之菌絲，發生側絲等，以造成盤狀器。有於 *Collema pulposum* 之一種類，目擊奇怪之現象者。據其觀察，此品種之造囊器之下部，旋捲成螺旋狀，雖與第二三一圖之 *Collema* 相同(第二三二圖 1, o)，然授精絲甚長(t)，且完全埋沒於黏液質之基本物質內，與上述之 *Collema*，先端露出於外者大異其趣。雄精

第二七二圖 *Alectoria sulcata*

盤狀器之解剖的構造

(1) 盤狀器縱切面之一部 (2) 同, 子實層及其近傍組織之廓大圖 (h) 菌絲層 (c) 絲狀體 (p) 假絲 (a) 子囊 (x) 同上, 最幼稚, 尚未發生孢子者 (y) 同上, 雖已生孢子, 然尚未成熟者 (z) 同上, 含有成熟之孢子者 (1) $\frac{10}{1}$ (2) $\frac{400}{1}$



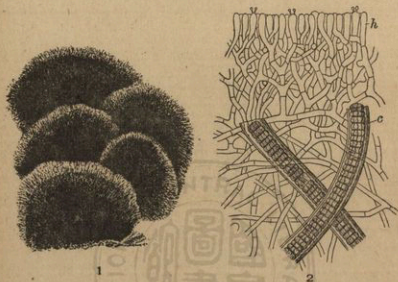
第二二八圖 *Urceolaria scruposa* 之雄精器 (Tulasno)

(s)雄精體 (c)雄殖體 等大



第二二九圖 擔子地衣 (Strasburger & Schenk)

Cara pavonia (1)上面 (2)下面 (h)子實層 $\frac{1}{1}$



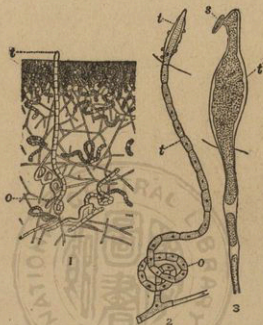
第二三〇圖 *Dictyonema sericeum* (Wettstein)

(1)全體 (2)橫切面 (c)絲囊體 (h)菌層 (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{180}{1}$

體上有短小之菌絲(h)，附着於其上(s)，完全埋沒於基本物質內，與造囊器同。授精之際，雄精體對於授精絲似有若干引力者然，後者向前者生長進行(同圖 2,b)，及到達時，與之接着，或稍旋捲其先端(同圖 1,a)，其狀恰如在 *Pyronema confluence* 一例，授精絲旋捲於藏精器者相同(可與第三一七頁第一七二圖相比較)。

學者於 *Collema* 之外，發見造囊器之例，尚有多數。但在此屬及其他之種類中，學者尚未目睹造囊器內核之合着，故上述之現象，雖不能斷言為授精，然此等現象，頗與紅藻之授精相類似，認為授精，似覺近於真理也。

地衣之子實體，不必皆如上述之方法而生成，其明顯的由無性方



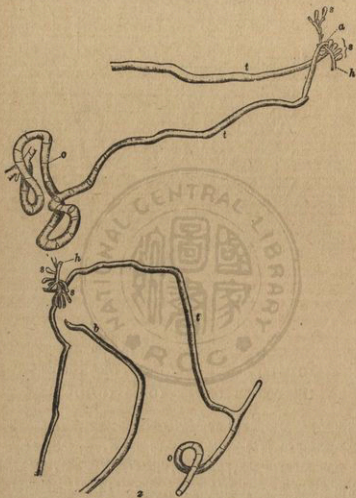
第二三一圖 地衣之有性生殖 (Stahl, Baur)

(1) *Collema microphyllum* (2), (3) *C. crispum* (t) 孢
 精絲 (o) 造囊器 (s) 娘精體 (1) $\frac{300}{1}$ (2), (3) $\frac{1125}{1}$

法而生成者亦甚多。故假定如 *Collema* 等之地衣，有由有性生殖而造成子實體之舉，但純由無性的方法而生成者，當不乏其例也。

囊孢子具內外二膜，發芽之際，內膜生長而為菌絲，破外膜而外。通常僅不過發生一條之菌絲，然亦有發生多數之菌絲者。此等菌絲，一遇藻類，即捕捉之，而造成地衣，若未遇藻類時，則不久即枯死。

試考察地衣體中菌及藻之相互間之關係，菌由藻受有機物之供給，而藻則自菌受水及無機物，因菌藻之同居，故能生育於在獨立之狀態萬不能生活之乾燥地方(例如樹皮岩石等處)，故兩者互有利益，



第二三二圖 *Collema pulposum* 之授精(Bachmann)

(1)(t)授精絲 (o)旋捲為螺旋狀之造囊器之下部 (s)雄精體 (h)為着生於其上之菌絲 (a)授精絲旋捲於雄精體之上 (2) (b)授精絲向雄精體移動,其餘與(1)同

可稱之曰共生。雖然，當地衣造成之後，唯菌能造成生殖細胞，藻則不能。故藻因行此生活法之後，其發育可認為稍受阻害者，然則與其稱曰共生，無寧認菌對於藻為行一種寄生生活者之為妥當也。

昔之學者以地衣為可與真菌類或藻類相對立之特殊植物，以為孢子發芽後，即能生成新植物者也。然自 De Bary 於一八六六年首倡地衣為菌藻之複合植物之說以來，Schwendener (一八六九年) 更為詳細之研究而證明其說之確，繼之，Bornet, Stahl, Treub, Bonnier, Baranetzky, Famintzin 等之研究輩出，其說愈臻確定矣。

地衣之為複合植物，今已解析的及合成的證明其為事實，其為真理，無可置疑。其證明之主要者如次。

第一 解析的證明 地衣體中之所謂絲狀體者，與自然獨立生育之藻，毫無差異。其所屬為分裂藻與絲藻。屬於前者，例如念珠藻屬，*Chroococcus*, *Rivularia* 等皆是，屬於後者，有 *Protococcus* 等。據 Famintzin 及 Baranetzky 之研究 (一八六七年)，放置 *Physcia*, *Cladonia*, *Evernia* 等地衣於水中，數週之後，其體腐敗，絲狀體即行脫出。絲狀體為絲藻，木生育於水中者，故不但不因此改變其形態，且因與菌分離之故，恢復其自行生殖之能力，自其原形質產生多數之游走子。由其形態觀之，此藻之屬於 *Protococcus*，已無疑義。

地衣所生之孢子，屬於菌類，故播種之而使之發芽，因厚無行炭同化作用之能力，故未嘗即停止其生長。然 Möller (一八八七年) 調製含有有機物之營養液，播種地衣之孢子於其中，孢子發芽而生菌絲體，在某種 (例如 *Calicium*)，當菌絲體發生之後，於其上生成雄精器，其雄精體極有發芽之力云。

如上所述，地衣體中之菌與藻，分離之後，各能分別生存，且往往能獨立生成生殖細胞，由此觀之，兩者各為獨立之植物也明矣。

第二 合成的證明 地衣為菌藻二者之複合體，經合成的證明後，愈形明顯。最初行此合成的實驗者，為 Rea 氏 (一八七一年)，使地衣之孢子發芽，然後與藻相合，造成名曰 *Collema glaucescens* 之地衣，次之 Stahl (一八七七年) 以同一之方法，得三種之地衣。然此二學者之研究中，因所用之材料不純，不得謂無若干之缺點。但一八八六年 Bonnier 所發表之研究，完全補足此種缺點。Bonnier 採用現今通行之細菌學上之方法，行 *Protococcus* 及其他種種藻類之純粹培養，而播種地衣之孢子於其上，且施周到之注意，防止其他任何生物之入內，經數個月之久，竟生成真正之地衣，此地衣往往發生盤狀器。

地衣不論熱帶寒帶皆產之。生育於高山之絕頂等其他生物所不

能生活之處，又能生存於地上，水中，樹皮，岩石之上。

地衣之系統 關於此點，無待多言。僅言囊子地衣(核菌及盤菌地衣)由來於囊子菌，擔子地衣，由來於擔子菌，即已足矣。

◎關於擔子菌全般，可參照藻菌及囊子菌部所引用之文獻。

◎關於黑穗菌類全般之文獻，大抵如次：De Bary, A.: Untersuchungen über die Brandpilze. Berlin 1853.……Brefeld, O.: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie V, XI, XII. Die Brandpilze 1, 2, 3.……Wangeard, P. A.: recherches sur la reproduction sexuelle des champignons. (Le Botaniste 2).……Dietel, P.: Ustilaginales. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 6, 1928).……Fischer von Waldheim, A.: Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte der Ustilagineen. (Jahrb. wiss. Bot. 7, 1869).……Tulasne, L. R.: Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées. (Ann. Sc. nat. III. 7, 1847); Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées, (Ibid. IV. 2, 1854).……Woronin, M.: Beitrag zur Kenntnis der Ustilagineen. (Abhdl. d. Senk. Naturf. Ges. 12, 1882).

◎Bauch, R.: Kopulationsbedingungen und sekundäre Geschlechtsmerkmale bei *Ustilago violacea*. (Biol. Zentrib. 42, 1922); Ueber *Ustilago longissima* und ihre Varietät *macrospora*. (Zeit. f. Bot. 15, 1923); Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Sexualphysiologie der *Ustilago bromivora* und *Ustilago grandis*. (Zeit. f. Bot. 17, 1925).……Kämmerling-H.: Ueber Geschlechtsverteilung und Bastardierung von *Ustilago longissima* und ihre Varietät *macrospora*. (Zeit. f. Bot. 22, 1929).……Kniep, H.: Untersuchungen über den Antherenbrand (*Ustilago violacea* Pers). (Zeit. f. Bot. 11, 1919); Ueber Artkreuzungen bei Brandpilzen. (Zeit. f. Pilzkunde N. E. 5, 1926).……Ravitscher, F.: Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen. (Zeit. f. Bot. 4, 1912); Zur Sexualität der Brandpilze. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 32, 1914); Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen II. (Zeit. f. Bot. 14, 1922).

◎關於銹菌類全般之文獻，大抵如次：De Bary, A.: Neue Untersuchungen über Uredineen (Monatsb. d. Berliner Akad. 1865-66).……Dietel, P.: Uredinales. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 6, 1928).……Eriksson, J. und Henning, E.: Die Getreideroste. Stockholm. 1806.……Fischer, Ed.:

Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Rostpilze. (Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz I, 1898); Fortsetzung der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über Rostpilze. Nr. 1-5. (Ber. Schweiz. Bot. Ges. 1900-05).
Poirault, G. et Raciborski, M.: Sur les noyaux des Urédinées. (Jour. de Bot. 9, 1895).
Tulasne, L. R.: Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées. (Ann. Sc. nat. Bot. III. 7, 1847); Second mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées. (Ibid. IV. 2, 1854).

①此種分生子，向來稱雄精體，其粉子器稱雄精器，此等名稱，似有引起此等孢子有雌性功能之誤算之虞，茲特廢止之。

② Blackman, V. H.: On the fertilization, alternation of generations and general cytology of the Uredineae. (Ann. Bot. 18, 1904).
Blackman, V. H. and, Fraser, H. C. J.: Further studies on the sexuality of the Uredineae. (Ann. Bot. 20, 1903).
Christman A. H.: Sexual reproduction in the rusts. (Bot. Gaz. 39, 1905); The alternation of generations and the morphology of spore forms in the rusts. (Bot. Gaz. 44, 1907).
Holden, R. J. & Harper, R. A.: Nuclear divisions and nuclear fusions in *Coleosporium sonchi-arsensis*. (Trans. Wisconsin Acad. Sc. 14, 1902).
Kurssanow, L.: Zur Sexualität der Rostpilze. (Zeit. f. Bot. 2, 1910).
Olive, E. W.: Sexual cell fusions and vegetative nuclear fusions in the rusts. (Ann. Bot. 22, 1908).
Sappin-Trouffy, P.: Recherches histologiques sur la famille des Urédinées. (Le Botaniste 5, 1896).
Werth, E. & Ludwigs, K.: Zur Sporenbildung bei Rost- und Brandpilzen. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 39, 1912).

③ Craigle, J. H.: Experiments on sex in rust fungi. (Nature 120, 1927); Discovery of the function of the pycnia of the rust fungi. (Nature 120, 1927); On the occurrence of pycnia and aecia in certain rust fungi. (Phytopath. 18, 1928).

④關於寄主組織之問題，可參考次之文獻：Klebahn, H.: Die wirtwechselnden Rostpilze. Berlin 1904. Gollshmidt, V.: Vererbungsversuche mit den biologischen Arten des Antherenbrandes. (*Ustilago violacea* Pers.) (Zeit. f. Bot. 21, 1928).

⑤ Brefeld, O.: Botanische Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. III, VII, VIII (1877-83-89).
Dangeard, P. A.: Mémoire sur la reproduction sexuelle des Basidiomycètes. (Le Botaniste 4, 1895).
Fischer, A.: Zur Entwicklungsgeschichte der Gasteromyceten. (Bot. Zeit.

42, 1884).……Fischer, Ed.: Untersuchungen zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte und Systematik der Phalloideen. (Denksch. Schw. iz. naturf. Ges. 32, 1890); Neue Untersuchungen zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte und Systematik der Phalloideen. (Ibid. 33, 1893).……Van. Istvanffy, G.: Untersuchungen über die physiologische Anatomie der Pilze mit besonderer Berücksichtigung des Leitungssystems bei den Hydnei, Thelephorei und Tomentellei. (Jahrb. wiss. Bot. 32, 1898).……Juel, H. O.: Die Kernteilungen in den Basidien und die Phylogenie der Basidiomyceten. (Jahrb. wiss. Bot. 32, 1898); Cytologische Pilzstudien. I. Die Basidien der Gattungen *Cantharellus*, *Craterellus* und *Clavaria*. (Nova Acta Regiae Soc. Sc. Upsaliensis IV. 4, 1916).……Killermann, S.: Hymenomycetinaeo. (Engler Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 6, 1928).……Rosenvinge, L. K.: Sur les noyaux des Hymenomycètes. (Ann. Sc. nat. Bot. VII. 3, 1885).……Van Tieghem, P.: Sur la fécondation des Basidiomycètes. (C.-R. de l'Acad. Sc. Paris 53, 1875); Nouvelles observations sur le développement du fruit et sur la prétendue sexualité des Basidiomycètes et des Ascomycètes. (Bull. Soc. bot. France 31, 1876).……Tulasne, L. R.: Observations sur l'organisation des Tremellinées. (Ann. Sc. nat. III. 19, 1853); Nouvelles observations sur les fungi tremellini et leurs alliés. (Ibid. V. 15, 1872).……Tulasne, L. R. et Ch.: Essai sur l'organisation et le mode de fructification des Champignons de la tribu des Nidulariées; suivies d'un essai monographique. (Ibid. III. 1, 1844).

⊙ Bensaude, M.: Recherches sur le cycle évolutif et la sexualité chez les Basidiomycètes. Nemours 1918.……Brunswik, H.: Untersuchungen über die Geschlechts- und Kernverhältnisse bei der Hymenomycetengattung *Coprinus*. (Bot. Abh. 5, 1924); Die Reduktionsteilung bei den Basidiomyceten. (Zeit. f. Bot. 18, 1926).……Hanna, W. F.: The problem of sex in *Coprinus lagopus*. (Ann. Bot. 39, 1925).……Kniep, H.: Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten I-V. (Zeit. f. Bot. 5, 7, 8, 9, 1913-1917); Ueber die Bedingungen der Schnallenbildung bei den Basidiomyceten. (Flora 111, 1918); Ueber morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung (Untersuchung an Basidiomyceten). (Verh. phys.-med. Ges. Würzburg 46, 1920).……Lehfeldt, W.: Ueber die Entstehung des Paarmyzels bei den heterothallischen Basidiomyceten. (Hedwigia 64, 1923).……Newton, D. E.: The bisexuality of individual

strains of *Coprinus Rostrupianus*. (Ann. Bot. 40, 1920); The distribution of spores of diverse sex on the hymenium of *Coprinus lagopus*. (Ibid. 40, 1926).…… Vandendries, R.: Recherches sur la détermination sexuelle des Basidiomycètes. (Mem. Acad. Belgique, Cl. d. Sc. II. 5, 1923); Nouvelles recherches sur la sexualité des Basidiomycètes. (Ibid. 56, 1923); Recherches expérimentales sur la bipolarité sexuelle des Basidiomycètes. (Ibid. 57, 1924); Contributions nouvelles à l'étude de la sexualité des Basidiomycètes. (La Cellule 35, 1924). L'hétéro-homothallisme dans le genre *Coprinus*. (Bull. Soc. roy. Bot. Belgique 57, 1925); La tétrapolarité sexuelle des Coprins. (Ibid. 58, 1926).…… Zattler, F.: Vererbungsstudien an Hutpilzen (Basidiomyceten). (Zeit. f. Bot. 16, 1926).

⊙此處所述者若無錯誤，則嚴格而論，混性種可謂核相交替者，此對於生物之行授精者，必有核相交替之一事實，可謂一顯著之例外也。是故混性種之核合着，有否認為授精者，是亦不失是一學說也。

⊙此二家之一語，由來於被子植物之二家花之一語。

⊙ Bachmann, F. M.: A new type of spermatogonium and fertilization in *Collema*. (Ann. Bot. 26, 1912); The origin and development of the apothecium in *Collema pulposum* (Berh.) Ach. (Arch. f. Zellforsch. 10, 1913)…… Baranetzky, J.: Beitrag zum selbständigen Leben der Flechtengonidien (Jahrb. f. wiss. Bot. 7, 1868).…… Baur, E.: Zur Frage der Sexualität der Collemaceen. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 16, 1898); Die Anlage und Entwicklung einiger Flechtenapothezien. (Flora 88, 1901); Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Flechtenapothezien. (Bot. Zeit. 62, 1904).…… Bonnier, G.: Recherches sur la synthèse des Lichens. (Ann. Sc. nat. V. 17, 1873).…… Bornet, E.: Recherches sur les gonidies des Lichens. (Ann. Sc. nat. V. 17, 1873); Deuxième note sur les gonidies des Lichens. (Ibid. V. 19, 1875).…… Famintzin, A. & Baranetzky, J.: Zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien und Zoosporienbildung der Flechten. (Mem. de l'Acad. c. de St-Petersbourg 11, 1868)…… Reess, M.: Ueber die Entstehung der Flechte *Collema glaucescens*. (Monatsb. Akad. 36, 1871).…… Schwendener, S.: Untersuchungen über den Flechtenthallus. (Beitr. wiss. Bot. v. Nägeli, II, III, IV, 1800-69); Die Algentypen der Flechtengonidien, 1869.…… Smith, A. L.: Lichens. London 1921.…… Stahl, E.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. 1877…… Treub M.: Lichenkultur. 1873.

第十二章 蘚苔 ● (Bryophyta)

蘚苔之發育史中，有有性與無性之世代交替。自無性世代發生之孢子，發芽時，先產生極簡單之通常作絲狀之植物體（所謂原線體），原線體上之芽發育後，乃生吾人普通稱曰蘚苔之植物體。此植物體與原線體，共構成有性世代（配偶體）。其後此體上發生雌雄器官，授精終了後，由卵子發生一與配偶體完全異形之植物體，是即為無性世代（孢子體），其上發生無性孢子。蘚苔之無性世代，終身寄生於有性世代，仰給養料，其狀恰如後者之一部。今分別論兩世代於次。

配偶體（有性世代）孢子由一個之細胞而成，有內外二膜，外膜由變為木栓質之細胞膜而成，略帶褐色，內膜則為普通之細胞膜質，無色。細胞之內容，除一個之核與細胞質外，尚有葉綠粒及脂肪油。

蘚苔孢子發芽之際，外膜先自裂開，內膜延長而為管狀（第二三圖 1, g）。其後此管生長愈盛，分歧而同時發生假根，變為原線體。



第二三三圖 苔類之發芽(Frank)

(1) 蒴蘚苔 (*Funaria hygrometrica*) 之孢子發芽 (a) 外膜 (g) 發芽管 (2) 同，原線體 (r) 假根 (b) 芽 膨大

假根(同圖 2, r)伸入地中, 爲吸收水分之用。地上部因含有葉綠粒能行炭同化作用。如上所述, 原線體因有炭同化及水吸收之器官, 故有獨立生活之能力, 形態及生理作用, 恰如絲狀綠藻。

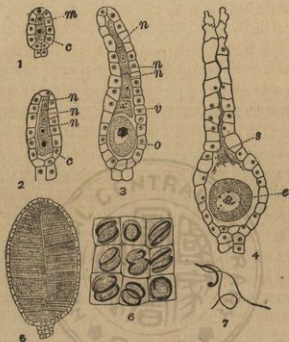
原線體上之芽(同圖 2, b)發達而生之植物體(即普通稱曰蘚苔者), 或有明顯之根, 莖, 葉, 之分化者有之, 或無莖葉之區別, 其狀扁平, 表裏各異, 由裏面發生假根, 著生於地面之上者亦有之。

配偶體上所生之雄性器官, 爲藏精器, 雌性器官, 特有藏卵器之名。藏卵器及藏精器皆由數個之細胞而成: 有一種特異之構造(第二三四圖), 此雌性器之所以有藏卵器之名也。藏卵器不限於蘚苔, 即羊齒植物亦有之, 故總稱此二羣植物爲藏卵植物羣 (Archegoniatae) 云。然孢子植物, 亦有形態略異之藏卵器, 故亦有以此名稱作爲此三羣植物之總稱者。

藏精器由數個之細胞而成, 有柄, 通常爲橢圓形, 卵形或棍棒形, 壁膜由一層之細胞而成, 內部之組織, 則由多數微細之細胞而成(第二三四圖 5)。各細胞之原形質, 行特殊之發育, 由此而發一至二個之精蟲(同圖 6)。藏精器成熟後, 苟無水分, 亦不裂開, 一旦吸收水分, 則膜壁裂開, 精蟲脫出於器外。

精蟲爲彎曲之微細體(同圖 7), 前端有二條之長纖毛, 由此而游泳於水中。若自細胞學之觀點, 攻究之, 其本體幾完全爲其母細胞之核變形而成者(第五頁第二圖), 細胞質, 僅不過構成其先端之一小部分而已。纖毛發源於細胞質, 後端所有之囊狀體(f), 乃由母細胞之細胞質而來者, 精蟲脫出於器外後, 隨即棄去。

藏卵器有短小之柄條, 或爲無柄之膽瓶狀(第二三四圖 4), 由壁膜及中核部而成。下部膨大之處, 名曰腹部, 其上與此相接之狹細之部分曰頸部。試觀中核部之發育, 最初膜壁內產生二個無膜之細胞, 上方者(同圖 1, m)小而下方者(同圖 e)大, 藏卵器生長肥大, 此等細胞, 亦隨之肥大, (m)分裂爲三個(同圖 n, n, n)是曰頸溝細胞。(e)曰中心細胞。在授精之先須臾, 中心細胞, 分裂爲上下之二細胞。



第二三四圖 地錢之生卵器

(1), (2), (3) 藏卵器之發育階段 (4) 同, 授精已畢者 (5) 藏卵器
 (6) 擴大藏卵器, 示其中之數個細胞, 各細胞中, 有二個未熟之精蟲 圖
 中僅見一個者, 因其他一個, 隱於裏面故也 (7) 精蟲 (m) 頸溝細胞
 之母細胞 (e) 中心細胞 (n) 頸溝細胞 (v) 腹溝細胞 (o) 卵球

(e) 卵子 (s) 胎液 (1), (2), (3), (4) $\frac{400}{1}$ (5) $\frac{140}{1}$ (6) $\frac{1500}{1}$

(7) $\frac{750}{1}$

上部者通常甚小(同圖 3, v), 是曰腹溝細胞, 其下方之細胞(同圖 o) 甚大, 是為卵球。

藏卵器之頸部之膜壁細胞, 曰頸細胞, 而在中核部者, 已如前述,

名曰頸溝細胞。讀者幸勿混同。

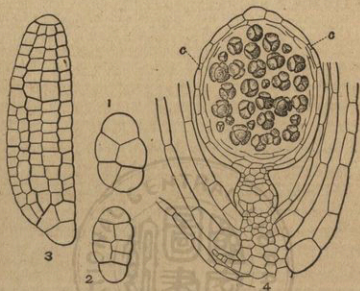
頸溝細胞及腹溝細胞，在授精前，皆破壞而化為黏液。藏卵器吸收水分時，此黏液與水相遇，膨脹頗甚，自內壓迫藏卵器，以便於其頸部頂點細胞之裂開。此黏液在授精終了後，尚有若干殘留於藏卵器內(同圖4, s)。

如此，藏卵器裂開，同時脫出於藏精器外之多數精蟲，為前者分泌之物質所引誘，蜷集於其頸部(趨化性)，闖入頸內。此際僅一個之精蟲，侵入卵球之內，完成授精。精蟲無水，則不能運動，故蘚苔之授精，若非植物體為雨露所濕潤時，則礙難發生也。

孢子體(無性世代) 授精終了後，卵球之周圍，發生細胞膜，而變成卵子。卵子不停止其生長，立即行細胞分裂，生成一小植物(第二三五圖1, 2, 3)，是即所謂胚也。胚發育後，生所謂造胞體。造胞體為無性世代之主要部分，通常由足，柄，及蒴而成。足為造胞體與配偶體連絡之處，此部深入後者之組織內，但絕不與之融合。柄為介於蒴與足之間者，其長短視種類而異，或全付闕如。蒴之構造，形狀等，種種不一，不能一概而論，當於各族下，分別論述之。今觀幼稚之蒴，其內有特富於細胞質之細胞組織，是曰胞原組織。此組織之細胞最初雖互相密着，然後即分離，各細胞皆變為孢子母細胞。母細胞其後行二回之細胞分裂(減數分裂)，生成四個之孢子。此等孢子，當初發之際，各為四面體，互相連結，如紅藻之四裂孢子之屬於第三類者(第二七二頁)然。由此四個孢子而成之團體，曰四裂體(第二三五圖4)。造成四裂體之各孢子，其後互相分離，變為球狀，發芽而生原線體，且生成蘚苔，已如前述矣。

蘚苔羣孢子體之主要功能，在於生成無性孢子，已如上述，此所以有造胞體之名稱也。

蘚苔之各株，有多數之藏卵器，然發育而生成孢子體者，通常僅限於其中的一個，此外皆未經授精，或即已授精，但其後皆停止發育而萎縮。

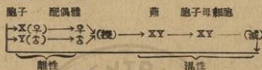


第二三五圖 (1), (2) (3) *Phascum cuspidatum* 造胞體之發育
 (1), (2) 幼稚之胚 (2) 稍老成之胚 (4) *Nanomitrium tenerum* 之
 近於成熟之造胞體之縱切, 示由孢子母細胞發生四個體之狀 (c) 蒴
 壁 廣大(Klentz-Gerloff 及 Goebel)

關於蘚苔之核相交替, 可參考第二八頁。

蘚苔之雌雄定性 蘚苔兩類, 皆有混性及離性之別。利用蘚之強大之再生力, 分離其配偶體之一小部 (例如藏精器或藏卵器之壁膜之一小片), 由再生自此經原輪體而使之生配偶體。若為混性種, 則此配偶體上發生兩器, 一如自然之狀態。若此際為離性種, 則其上僅不過發生兩器中之一器, 但若採取蘚之一部, 由再生而使之發生配偶體 (所謂無孢子生殖, 第四〇四頁), 則後者雖屬離性種, 然其上發生兩器, 一如混性種然 (關於 *Bryum caespitocium* 之實驗[⊕])。要之此際普通之配偶體, 雖為離性的, 然為孢子體之蘚, 則為混性的, 由此因再生而生成之配偶體亦然。普通之配偶體, 屬於單數相, 孢子體屬於兩數相, 故如此之種類, 可稱為單數二家的種類 (第三六九頁)。自遺傳學之立場考察之, 配偶體屬於單數相 (第二四頁), 故雌本之定性因子為 X 而以雄本為 Y , 則在由此等個體所生之配偶體, 其因子亦應為 X 及 Y , 而因授精而生之孢子, 應為 XY 。但此際 X 有抑制離性, 反

之 Y 則有抑制雌性之特性(參考第八三頁),然 X 與 Y 之間,無優劣之差,其力相等,故兩者之力相消而等於無,與 X 及 Y 皆付闕如者,有同一之結果。故自蕨因再生而生成之配偶體中,其所含之雌雄之遺傳因子,不受任何擊射,能各逞其作用,此此等之配偶體之所以與自然狀態者異,成為混性者也。其後蕨內產生孢子母細胞,其因子亦為 XY,惟此等母細胞分裂,各生成四個孢子時,發生減數分裂, X 與 Y 互相分離,發生 X 孢子與 Y 孢子各二個,此等孢子中,自 X 孢子可生成 X 配偶體(雌木),自 Y 孢子則可生成 Y 配偶體(雄木)。以上所述,可表示如次



如前所述,各孢子母細胞分裂,各生二個之 X 及 Y 孢子(雌及雄孢子),即兩者有同數之產生,則由此發生之配偶體,其數亦非相等不可。據 Lorbeer 之研究^①此事果然,例如 *Sphaerocarpaceae* (蕨類)中,曾目睹 *S. terrestris* 之雌雄株各有四十株, *S. teanensis* 各有六十二株云。又雌株為 X, 雄株為 Y, 而蕨為 XY, 已得實驗上之證明,^② 第二三六圖 1, 為藏精器細胞, 2 為雌株之營養細胞, 前者有小球狀之 Y 染色體, 後者有大形之 X 染色體, 而採清後所生之遺胞體中, 可見 X 及 Y 之共享(圖 3)。



第二三六圖 *Sphaerocarpaceae* *terrestris* 之核分裂(Lorbeer)

(1) 藏精器細胞, 小球狀之 Y 染色體(y), 此外有七個普通染色體 (2) 雌株之營養細胞, 有大形之 X 染色體(x), 此外有七個普通染色體。(3) 幼體之遺胞體, 有 X 及 Y 染色體, 此外有十四個普通染色體 $\frac{3450}{1}$

蘚苔喜生育於陰濕之地，亦有生育於樹皮上或水中者。蘚苔大別為次之二類，其異同如次。

第一 蘚類

有性世代之原線體，甚不完備，幾全不發育。本體或為葉狀，或即有莖葉之別，莖橫臥於地上，鮮有直立者，故其形態，大抵具腹背性。蒴中通常除孢子外，尚有名曰彈絲之無性細胞。又柱軸除一族（角蘚族）外，皆付闕如。

第二 苔類

原線體之發達，甚為良好，有明顯之分化。本體必分化為葉與莖，通常皆直立，為多面平等形。孢子囊無彈絲。柱軸除一屬（*Archidium*）外，概有之。

第一 蘚類^① (Hepaticae)

蘚類由孢子之發育而生之原線體，發育極不完全。例如 *Blasia pusilla* 之發芽，孢子之外膜破裂，內膜伸長，生成發芽管（第二三七圖 1, 2, g）又自發芽管發生假根（同圖 3, r）。其後發芽管之末端，發生數回之細胞分裂，生成盤狀細胞體（k，芽盤），此蘚之本體，由此細胞體發生（同圖 4）。故在此際，可認為原線體者，僅發芽管（g）及假根（r）而已。較之苔類之原線體（第二三三圖），其不完備之狀可知矣。

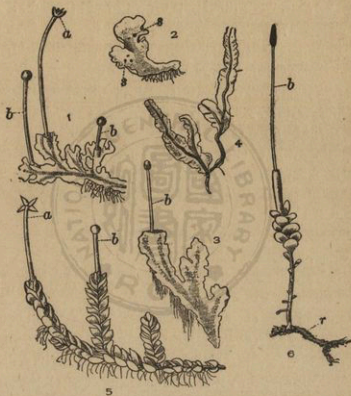
蘚類本體之外形，雖有種種，大抵橫臥於地上及其他物體之上，向光線之背面與向地面之腹面，其狀大不相



第二三七圖 *Blasia pusilla* 之發芽, Gottsche)

(1)發芽後第四日 (2)同, 第六日
(3)同, 第十四日 (4)同, 第五十三日
(g)發芽管 (r)假根 (k)芽盤
幣行廓大

同（所謂有腹背性者），如此之個體曰葉狀體或曰葉狀莖。而可認為最原始的者，實為扁平之葉狀體（角蕨屬 *Anthoceros*，第二四六圖，*Pellia* 第二三八圖 1, 2），由裏面發生假根而着生於地面，其狀恰如



第二三八圖 苔蘚類

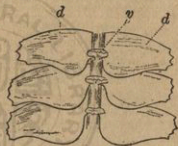
(1), (2) *Pellia epiphylla* (3) *Blasia pusilla* (4) *Pallavicinia longispina* (5) *Nardia* sp. (6) *Calobryum rotundifolium*
 a. 莖已裂開之造胞體 b. 同上之未裂開者 (s) 藏精器 (r) 根莖

(1), (2), (5), (6) $\frac{2}{1}$ (3), (4) $\frac{1}{1}$

葉之生根者然。體制較此稍形進步者為 *Pallavicinia* (同圖 4)，葉狀體有中肋。至於較此更進步之種類，則莖葉之差，甚為明顯。例如 *Bazzania* 之莖，甚為纖細，其表裏兩面皆有葉 (第二三九圖)。下面之葉 (同圖 v) 甚小，是曰下出葉或曰腹面葉，上面之葉 (同圖 d) 甚大，是曰上出葉或曰背面葉。

以上所述之種類，其葉莖之別，雖已明顯，然莖尚橫臥，但亦有極少數之直立者 (例如 *Calobryum*，第二三八圖 6)。

今觀蘚苔類諸器官之解剖的構造，葉由一層之細胞而成，並無中肋 (第二三八圖 4，並非葉，乃葉狀莖也)。莖無表皮，全部由同一之薄壁細胞而成，但某種 (地錢屬) 之葉狀莖，表皮之存在甚明，即氣孔亦有之 (第二四三圖 1)。*Pallavicinia* 第二三八圖 4 之中肋之細胞，其形態與其他部分異，稍長。假根由一個之細胞而成，其狀與普通之根毛相似，其膜之內面，往往諸處肥厚，細胞內有生成作圓錐形及種種形狀之突起者，是曰圓錐假根 (第二四四圖 4, 5)。



第二三九圖 *Bazzania japonica*
管莖體之一部 (d)背面葉 (v)腹面葉
廓大

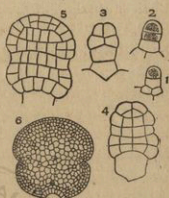
蘚類之諸器官 (除去假根及孢子) 中，往往有油體。油體為無一定形態之滴狀體，帶褐色，其主要成分為脂肪油，水，及蛋白質，或又含有單寧，且脂肪油不多，揮發油占其大部分云。油體對於植物之營養上，並無顯著之關係，似為一種之分泌物也 (第二四三圖 2)。

盛行營養生殖，其最簡單者，莖之老成部分枯死時，新生部分離獨立，即成為一新個體。又在多數之種類，特生成無性芽而行營養蕃殖。在某種類，不過葉狀體之邊緣細胞，分離而變為無性芽，但在其他之某種類 (例如地錢)，葉狀體上，有特別收容無性芽之器 (第二四三圖 1, g)。試觀其發生之狀，先自器底發生乳狀突起，此突起之頂端細胞，

行數回之細胞分裂，遂成扁平之無性芽(第二四〇圖)。例如地錢之無性芽，兩側有凹陷之部(同圖 6)。無性芽脫出於器外，墜於地上而發芽時，自此凹陷之部，發生發芽管，生成新個體。

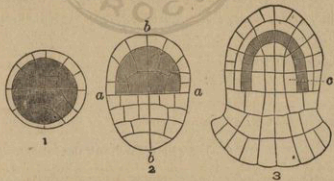
藏精器，藏卵器之形態及授精之方法，已如第三九五頁以下所述。此等器官，皆生於個體之上而，大都皆埋沒於體中云。

授精終了後，由卵子生成造胞體之狀態，種種不一。其最簡單者，為浮蘚屬(*Riccia*) (第二四一圖 1)，



第二四〇圖 (1)-(5) 地錢無性芽之發育 (6) 成熟之無性芽 (6) 50, 此外皆屬大 Saccis 及三宅

卵子分裂，先生成周壁組織與中核組織，後者全部成為胞原組織，故卵子全部，變為一個之蒴。次之為地錢屬(*Marchantia*) (同圖 2)，卵子先由(aa)之橫膜，分裂為上下兩細胞，其後此等細胞，更為若干回



第二四一圖 數種蕨類之胎發育模式圖(Klonitz-Gerloff, Leitgeb)
(1)浮蘚屬 (2)地錢屬 (3)角蘚屬 圖中附有陰影者為胞原組織 (c)柱軸

之分裂，由下細胞而來者成爲柄，由上細胞而來者成爲蒴。蒴中有中核組織與周壁組織之別，中核組織，皆爲胞原組織。至於角蘚屬(同圖3)，生蒴及柄，蒴中生周壁及中核組織等點，雖與地錢屬無異，然其中核組織，並未完全變爲胞原組織，於中心部生成無性的組織，即所謂柱軸(同圖3,c)者，胞原組織，僅不過存在於柱軸之周圍而已。

蘚類之胞原組織，極少全部變爲孢子者，大抵於孢子之外，尙生成彈絲。彈絲爲管狀之細胞，膜之內面，有螺旋狀之肥厚處(第二四三圖4)。故此等蘚類之蒴中，有孢子及彈絲，當蒴裂開之際，彈絲因吸水力之伸縮作用，使孢子之團結疏鬆，以爲遠射之用，此點與黏液菌之細毛體相似。

授精終了後，卵子一變而爲造胞體，在藏卵器之腹部內時，其形態業已完備。其具有柄者，最初因柄甚短，蒴未能突出於腹部之外，及孢子成熟時，柄急激伸長，破器而突出，蒴遂出於腹部之外，腹部乃作鞘狀，殘存於造胞體之基部焉。

蘚類在普通之發育，由孢子發芽而造配偶體，其順序已如上述，然有極少數之例，孢子體上不生孢子，僅構成此體之某某細胞，發達而生配偶體者亦有之，此現象曰無孢子生殖。此現象在蘚類，極爲稀見，惟寸斷角蘚之造胞體而置之於濕潤之砂土內，則能自切面或表面發生配偶體云。

蘚類可大別爲次之三族。

- (一)地錢族
- (二)鱗蘚族
- (三)角蘚族

(一)地錢族 (Marchantiales)

屬於地錢族之蘚類，通常其配偶體不過僅爲葉狀而已，但其組織則大行分化，解剖的構造，亦甚複雜。此族有浮蘚科及地錢科。

(一)浮蘚科 (Ricciaceae) 配偶體扁平，數回分枝作叉狀(第二四



第二四二圖 浮蕨科 (原圖及 Hofmeister, Volten)

(1) *Riccia Huebeneriana* (2) *E. glauca* 之切面, 藏卵器(a)埋沒於組織內之狀 (o) 卵球 (3) 同, 含有造胞器之藏卵器腹部 (m) 胞子母細胞 (w) 薄壁 (v) 藏卵器腹部 (4) - (5) 傘苔蕨(*E. natans*) (4) 陸生 (5) 水生 (6) - (7) *E. fluitans* (6) 陸生 (7) 水生 (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{500}{1}$ (3) $\frac{300}{1}$

二圖)，生育於濕地或水中。葉狀莖之解剖的構造，頗為複雜，略與地錢屬(第二四三圖)相似，表皮之下，有念珠狀之細胞列並列而成之同化組織，其下有葉綠粒甚稀之薄壁組織，但表皮上無氣孔。

藏精器與藏卵器埋沒於配偶體之組織內，僅後者之頸部之上半露出於外而已(第二四二圖 2)。

自卵子發達而生之孢子體，與其他之蘚類異，僅由蒴而成，足與柄皆付闕如，終其身不出於藏卵器之腹部(同圖 3)。胞原組織，全部變為孢子，故蒴內僅有孢子而無彈絲。蒴之膜壁，在孢子成熟前，即行溶解，故孢子皆存在於藏卵器之腹內。其後，後者腐朽，孢子始得脫出。

如以上所述，浮蘚科之配偶體，其解剖的構造，雖略形複雜，孢子體之體制，頗為簡單，現今所知之蘚類中，浮苔科之孢子體，實為最簡單者也。

屬於浮蘚科之蘚(*Riccia natans*)及*Riccia fluitans*，生育於陸上者與生育於水中者，形態頗不相同。例如前者之在水者，葉狀莖為心臟形，自其下面，生成多數紫色之帶狀鱗片(第二四二圖 5)，由此鱗片而浮於水上。及水退後，此蘚漸次變其形狀，成為鱗片廣闊之扁平體(同圖 4)。*R. fluitans* 之在水者，由極纖細之鱗片而成(同圖 7)，其生育於陸上者，鱗片廣闊(同圖 6)。凡知此因水生及陸生而異其形態者，其為由於環境之情形而生之一種地域的變異，自不待論。惟須附記於此者，此二種類生育於水中時，絕不生造胞體，僅分離其個體，盛行營養的蕃殖一事是也。

(二)地錢科(MarCHANTIACEAE)組織分化極佳，且解剖的構造，亦頗複雜，此為特異之點。今舉世界中分布最廣之地錢(*Marchantia polymorpha*)為例而論述之。此蘚之葉狀莖，數次為叉狀之分枝(第二四三圖 1, 5)，腹面除普通之假根外，尚有圓椎假根及鱗片狀之腹面葉焉(第二四四圖 2, 1, r, 4, 5)。試觀其解剖的構造(同圖 1)，上面有表皮(u)，表皮上有氣孔(同圖 1, s)。葉狀莖之上面，可見菱形之小區劃，每個區劃之中心部，各有一個氣孔(同圖 3)。表皮之下，有所謂氣室者(同圖 1, 2)，由其基底發出多數分枝之含綠細胞列(o)，各室與其相隣接之室間，有不含葉綠粒之細胞列(m)為界，此界即與上面所



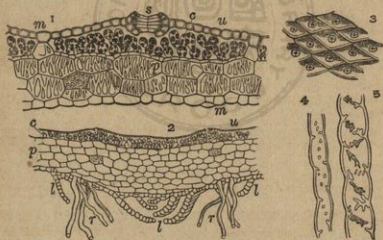
第二四三圖 地錢(三宅)

(1)雌株 (g)果斗 (2)雌器托之上部 (a)造胞體 (3)造胞體 (c)蒴
 (p)孢子 (v)假花被 (4)彈絲 (5)雄株 (6)雄器托之上部 (m)藏精
 器 (1), (5) $\frac{1}{1}$ (4) $\frac{350}{1}$ 此外皆膨大

見之菱形之區劃相當，各氣室譬如具一由表皮而成之菱形之天花板，天花板之中央，恰似有一風洞(氣孔)，以為室內外交通之用者然。此含綠細胞列之為同化組織，不待多言而明矣。氣室之內方，有由不具葉綠粒之大細胞而成之薄壁組織(p)，此組織占葉狀莖之大部分，其功能主為貯藏養料。此組織之諸處，可見含有油體之細胞，次於薄壁組織者，為裏面之表皮，由此發生假根(r)及腹面葉(l)。

葉狀莖之表面，隨處有皿狀之器(第二四三圖 1, g)，是為收養無性孢子之器官，名曰皂斗。無性芽之形狀及發芽法，已詳於前矣(第四〇二頁)。

藏精器及藏卵器，生於異株之配偶體上，此等器官，居自配偶體發生之特殊之枝條上。此等枝條，下部為柄，上部則分歧，在分歧之處，有雌雄器。雄器托(第二四三圖 5)之上部，為平盤狀，其緣邊缺刻



第二四四圖 地錢之組織 (Sachs)

(1), (2)營養體之橫切面，(1)為中央部(2)為緣邊。(u)上表皮 (s)氣孔 (m)氣室之隔膜 (c)念珠狀含綠細胞 (r)假根 (l)鱗片 (p)薄壁組織，(1)之薄壁組織含有一個(2)則含有二個的油體細胞(有蔭影者) (3)自表面觀察營養體之一部(氣孔) (4), (5)圓錐假根 (1), (2)³⁰/₂ (3), (4), (5) 廓大

甚淺，平盤之表面，有瓶子狀之窠腔，各窠腔內，有一個之藏精器，又有微細之孔口，與外界交通（同圖 6）。藏精器及精蟲之形態與構造，已如前述（第三九四頁以下）。

雌性器之柄，在授精以前頗為短小，其上部幾與葉狀莖相接。上部分歧為指狀（第二四三圖 1），指之數常為九，各指之間有藏卵器。藏卵器向下，其構造亦已詳前節。授精之後，雌器托之柄伸長，高抬藏卵器於其上，卵子立即分裂而造成胚，由此胚發生造胞體（同圖 2, s）。造胞體有短柄，故蒴能突出藏卵器之腹部之外（同圖 3）。孢子成熟時，蒴帽破壞，孢子脫出（同圖 3）。蒴內除孢子外，尚有彈絲（同圖 4）。蒴之基部近處，為藏卵器之腹部，其外有所謂假花被(v)者，是即授精前藏卵器底所生之囊狀體，蒴造成後，尚殘留者也。

屬於地錢科之植物，其數不少，*Fegatella* (*Conocephalus*) 即其一屬，在日本為極普通之蘚類之一（第二四五圖）。



第二四五圖 *Fegatella*
supradecomposita

(1) 全形 (2) 造胞體尚未伸長之狀 $\frac{1}{1}$

(二) 鱗蘚族 (Jungermanniales)

在鱗蘚族，其配偶體之外形，由簡而進於繁之狀，歷歷可指。其最簡單者，無莖葉之別，全體為葉狀（第二三八圖 1, 2, 3）其次葉狀莖上生有中肋（同圖 4），更進步者，始有葉莖之區別，生成腹面葉與背面葉（同圖 5），遂生成直立之莖（同圖 6）。

鱗蘚族配偶體之外形，有如此之進步，其最簡單者，與地錢族略似，但一概而論，其體制較之地錢族，甚為進步，明矣。但其解剖的構造，卻甚簡單，進化之程度，反不及地錢族中最下等之浮蘚科。蓋鱗蘚族之葉狀莖，除根毛生殖器等外，細胞皆一樣，並無如地錢族之有表

皮，同化組織等之分化，葉狀莖上可認為唯一之分化者，即有時發生中肋是也。又在有葉莖之區別之種類，構成莖之細胞，皆為一樣，無如苔類之莖，中心部有纖維狀之細胞者。要之鱗蘚族之進化方向，專在於外形，未及於內部之組織者也。

造胞體有足及長柄(第二三八圖 1,3,5,6)。藏卵器之腹為鞘狀，造胞體之柄超出於其外，頂端有蒴。蒴為球形，裂開為四片(同圖 1,5,a)，除孢子外，尚含有彈絲。

雌雄器並無特有之枝條，與地錢族異。藏精器通常散在於配偶體上面之各處(第二三八圖 2,s)，藏卵器之位置有二，第一，藏卵器生於配偶體上面，一如藏精器，故由卵子生成之造胞體亦然(例如第二三八圖 1)，第二，葉狀莖之生長點變而造成藏卵器，故居莖之頂端，而由卵子發育而成之造胞體亦如此(同圖 5)。鱗蘚族由此造胞體之位置，分為次之二科。

(甲)非雌頂鱗蘚科(*Jungermanniaceae anacrogynae*)藏卵器及造胞體，位於配偶體之背面。*Blasia*, *Pellia*, *Makinoa*, *Pallaviciana*, *Calobryum* 等皆屬之。

(乙)雌頂鱗蘚科(*Jungermanniaceae aerogynae*)藏卵器及造胞體，位於配偶體之頂端。*Nardia*, *Bazzania* 等屬之。

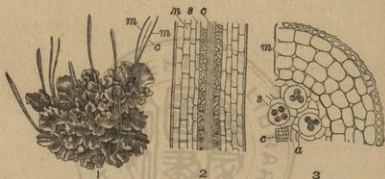
(三)角蘚族 (*Anthocerotales*)

本族有角蘚科。

角蘚科(*Anthocerotaceae*)配偶體之體制及解剖的構造，雖皆為原始的，然孢子體於種種之點，頗具進步的構造。

配偶體，為葉狀體之狀(第二四六圖 1)，由數層之細胞而成，各細胞僅具一個之大葉綠粒，為其特性。葉狀體之緣邊，有波狀之深缺刻，上下面皆有氣孔。氣孔為漏斗狀，內充黏液，故一名黏液裂孔。葉狀莖內，特具容藏精器之竇腔，藏精器在其中。藏卵器埋沒於組織內，與之固着。

孢子體無柄，足頗發達，作塊莖狀，與配偶體連結。蒴甚長，若將半成熟之蒴縱切而廓大之，則可見中心部有由細長之細胞而成之柱軸(第二四六圖 2, 3, c)，是為自配偶體而來之水之通路，代表導管組織者也。柱軸之周圍及其上部，有胞原組織(可參考第二四一圖 3)，由胞原組織，生成孢子(s)及彈絲(a)蒴裂開為二片，柱軸殘存於其間，其狀恰與十字花科之長角相彷彿(第二四六圖 1, c)。蒴膜壁之構



第二四六圖 角蕨屬 (Wettstein) 角蕨 *Anthoceros laevis*

(1)有造胞體之葉狀體 (2)未成熟之造胞體縱切(稍為模式的)廓大 (3)同，橫切，更廓大 (m)蒴之膜壁 (c)柱軸 (s)孢子組織 (a)由胞原組織而生之無性細胞(變成彈絲)

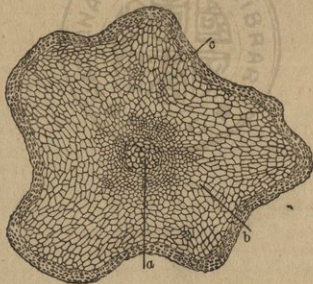
造，稍形複雜，表皮有氣孔，表皮下之細胞，具有葉綠體。此組織有細胞間隙，此等間隙，由氣孔與外界交通。故蒴之膜壁組織，明為同化組織。角蕨科造胞體之最特異之點，為上部葉已成熟，雖已裂開而散布孢子，然同一體之底部，尚不絕生長，其中之胞原組織，盛行細胞分裂而繼續造成孢子是也。要之，角蕨科之造胞體，其蒴有柱軸，能通導水分，膜壁組織有葉綠體及氣孔，能行炭同化作用，等點，頗與苔類相近，其體制在蕨類中可謂進化之程度較為高等者也。

第二 苔類 (Musci)

苔類之原線體，有明顯之分化(第二三三圖 2)，多數為分枝之絲狀，地上部有葉綠粒，地下部行假根之作用。原線體上之某細胞，為若干回之分裂，生成芽，芽生長而成苔類之本體。

苔類之營養體，常有莖葉之別。葉為螺旋狀之配列，葉序大抵為 $\frac{2}{5}$ 或 $\frac{3}{8}$ 。

橫切其莖，以觀其構造，則可見外方之細胞，厚膜而帶褐色，其最外層，成為表皮。內部之細胞，大形而薄膜，且無色。又在種種之種類，莖之構造，更行進步，莖之中心，有一羣之細長之細胞(第二四七圖 a)，其功能蓋與羊齒植物羣以上之植物所見之維管束相當，為水及養料之通路。莖之表面，往往發生假根，但不產生如蘚類所見之圓錐假



第二四七圖 土馬騶屬之莖之橫切面

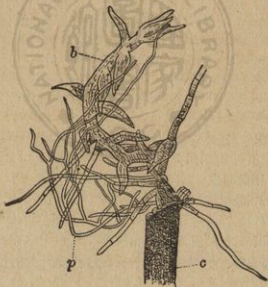
(a) 中央之細長細胞羣 (b) 薄壁組織 (c) 厚膜組織 $\frac{150}{1}$

根。

葉常無柄，由一層或數層之細胞而成，往往有中肋，而在葉面由一層之細胞而成者，其中肋有時由多數之厚膜細胞圍集而構成之。

苔類盛行營養生殖。即當老成時，其基部枯死，因此分離之枝，各成一個獨立之個體。此外分離其體之一部即能產生原線體，由此原線體即能生成原來之植物體，此為最普通之現象也。又特產生無性芽而蕃殖者，亦不乏其例。

苔類再生力之強大，人盡知之。例如在有性世代，自其原線體或營養體，分離其莖或葉之一小片，而置之於適當環境之下，則能由此發生新原線體，再自後者發生配偶體。又不但雌雄器官之膜壁細胞有



第二四八圖 *Hypnum serpens* 之無孢子生殖

(Pringsheim) (c)莖柄 (p)原線體 (b)苔本體

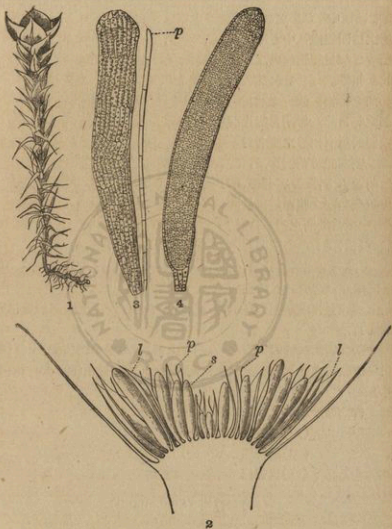
此能力(參考八〇頁),即藏卵器內之腹溝細胞,亦有此力,此已為近時之研究所闡明矣。⑤ 有時由藏卵器之一部發達而成之苔帽,亦有再生力。又在無性世代,自蒴之細胞(無性世代),不經孢子之仲介,由再生而直接生成原線體與配偶體者,亦有之,是曰無孢子生殖。例如寸斷成熟之蒴柄,置之於濕潤之砂土內,即能由此而生原線體(第二四八圖),更自原線體而發生配偶體。尤其在葫蘆苔(*Funaria hygrometrica*),蒴尚未自配偶體分離之前,其細胞即能產生原線體云。

苔類能行無孢子生殖,已為植物學上重要實驗之基礎矣。行如此之實驗者為(Marchal 父子),⑥ 例如自 *Amblystegium serpens* 之蒴,因無孢子生殖而生成之配偶體,未經減數分裂,由蒴直接生成之物,故與蒴同屬於兩數相,即 $2n$ ($n=12$),故此等配偶體上所生之雌雄配偶子,亦應屬於兩數相,故由此兩配偶子之授精而出生之蒴,其為四數 $4n$,自不待言。但此蒴內所含之孢子,乃經減數分裂之後而生成者,故應屬於兩數相也。又自此四數之蒴,因再生而發生之配偶體,其屬於四數,已於實驗上證明之,故此配偶體上若有蒴之產生,則此蒴在理論上應屬於八數($8n$),但因四數之配偶體,生長甚為微弱,未及生蒴,業已枯死,故此事實,未能目睹耳。要之,在此實驗,以人工製造兩數與四數之配偶體及四數之孢子體,已獲得成功。是故對於配偶體及孢子體通常所付與之單數世代與兩數世代之名稱,此際殊不適用也。

雌雄器生於莖或枝之頂端(水苔族除外),兩者或同株或異株。在某種類,莖之頂端之葉,集合作杯狀(第二四九圖 1),自杯底發生多數之藏精器,側絲雜生於其間。若縱切此杯狀部,則可見如第二四九圖 2 所示者。藏精器通常為圓筒形或棍棒形(同圖 3, 4),僅極少數為球形,多數具有短柄。藏卵器為瓶子狀,大概與蘚類相同,柄甚肥大。

造胞體由足,柄及蒴而成,通常柄雖甚長,但在水苔及黑苔二族,柄極短小,略行膨大,配偶體之莖,伸長而為柄,與此短柄相接,外觀上一若蒴有長柄者然(第二五一圖 2, 第二五三圖 p),此柄曰假柄。

造胞體之成熟,需要長時日,其久者,授精後需要二年之日月。蒴之解剖的構造,稍見複雜(第二五〇圖),最外方有氣孔(a)頗為發達之表皮(e),其內有柵狀之薄壁組織(p),其狀頗與種子植物之葉相類

第二四九圖 *Atrichum angustatum*

- (1)有藏精器之株 (2)縱切有藏精器之部(頂部) (s)藏精器 (p)假絲 (1)葉
 (3)藏精器之外壁 (4)同，縱切而示藏精細胞 (1) $\frac{1}{1}$ (2)稍稍膨大 (3)，
 (4)更加膨大

似。蒴柄中，表皮之次，有數層之強固組織，中心部有由僅少之細長細胞而成之管束狀之組織。因造胞體之構造，如此之複雜，故有認此為一個之尋常葉，即蒴為葉片而蒴柄與葉柄相當之論者焉。

蒴成熟時蒴柄伸長，高舉蒴於上方，此際在蘚類，柄突破藏卵器之腹而超出於其外，腹殘留於柄之基部，成鞘狀。但在苔類，此際藏卵器之腹，與基部之配偶體分離，分離之破片，成為帽狀，被覆於蒴上，與蒴共高舉於上方（水苔族除外），此破片曰苔帽（例如第二五四圖）。

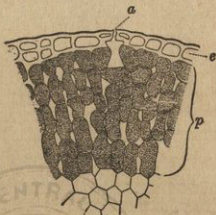
蒴之裂開法恰似箱蓋之開，蒴之上部，發生輪形之裂縫，上部（即與箱蓋相當之部）於成熟後脫落。蒴無彈絲，常有柱軸（除 *Archidium* 外）。

苔類可分三族。

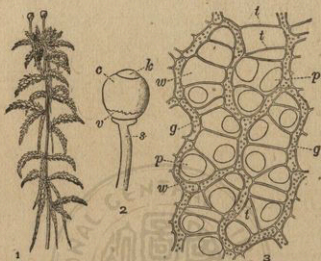
- (一) 水苔族
- (二) 黑苔族
- (三) 真苔族

(一) 水苔族 (*Sphagnales*)

水苔族生育於沼地，其色淡綠（第二五一圖 1）。莖葉有特殊之構造，能吸水一如海綿。莖之內皮，有三層無色之大細胞，有大形之孔口。在葉中，纖狹之綠色細胞（同圖 3, g）相連合成網狀，其間有大形



第二五〇圖 *Bryum argenteum*
之蒴之頸部橫切 (Haberlandt) (e) 表皮 (p)
帽狀薄壁組織 (a) 氣孔 放大

第二五一圖 水苔屬 *Sphagnum*

(1), (3) 水苔 (*S. Japonicum*) (2) 大水苔 (*S. cymbifolium*?) (1) 有造胞體之株之一部 (2) 造胞體 (c) 蒴 (k) 蓋部 (s) 假柄 (v) 藏卵器之腹 (3) 葉之一部 (g) 含綠細胞 (w) 無色細胞 (p) 孔口
 (t) 細胞膜之為螺旋狀之增厚者 (1) $\frac{1}{1}$ (2) 廣大 (3) $\frac{400}{1}$

之無色細胞(同圖 w)。細胞膜處處有螺旋狀之增厚(同圖 t)，且有真正之孔口(p)。此等細胞，由此孔口吸收水分，而貯藏於其內，故自外加以壓力，水即排出，與海綿無異。

水苔族之原線體若於水中發生，則為絲狀，與其他諸族同，若發生於固體之略帶濕氣者之上，則作分枝為不正形之葉狀。

藏精器之位置，與其他諸族異，不生於莖之頂部，卻產於特別之小枝上。此小枝有葉，各藏精器皆生於每葉之下(第二五二圖 1)。藏精器為球形，上部裂開(同圖 2)，使精蟲(同圖 3)脫出。藏卵器生於特別之枝之先端，數個集團，多數之葉，包圍其外。

當造胞體成熟，突出於藏卵器之腹時，因破其側面而出，故無苔帽，腹殘存於蒴之短柄之基部而作鞘狀（第二五一圖 2, v）是為其他苔族所不見之處，水苔於此點與蘚類相近。成熟之造胞體，在長假柄之上。蒴內之柱軸，未達蓋部，裂開法為蓋部之脫落。

(二) 黑苔族 (Andreaeales)

黑苔族生於岩石之上，呈黑褐色，為極微細之苔類。

造胞體居莖之頂端（第二五三圖）。蒴之柄(t)甚短，在假柄(p)之上。蒴有苔帽，其裂開法，與其他之苔族異，反與蘚類近似。蒴之膜壁裂開為

(s, b, c, d)之四片，各片以其上下兩端相連結。空氣濕潤時，各片相密接(u)，乾燥時則開展，其狀宛如錫杖。蒴之柱軸(k)，雖抵蓋部附近，然未到達。

黑苔族以原線體為葉狀，有假柄，及蒴內之柱軸，不達蓋部等點，頗與水苔一致。

(三) 真苔族 (Bryales)

真苔族包含苔類之大部分，造胞體之構造，最為複雜。

造胞體有長柄(第二五四圖 1, 5)，柄之基部，略行肥大，插入鞘狀之配偶體中，故兩者之連結，極為堅固。蒴有苔帽(第二五四圖 4, 7)，



第二五二圖 水苔屬之藏精器
(W. P. Schimper)

- (1) *S. cymbifolium* 之有藏精器(s)之枝，爲示此器計，下部之葉，已除去數枚 (2) *S. acutifolium* 之藏精器裂開，示精蟲脫出之狀 (3) 同，精蟲 皆膨大



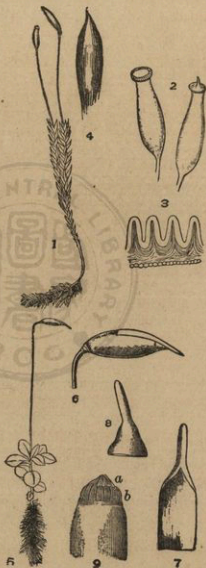
第二五三圖 蕨苔 (*Andreaea Fauriei*) 左方之蕨，裂為 (a), (b), (c), (d) 之四片 (k) 蕨之柱軸 (e) 自上方觀裂開之蕨 (u) 尚未裂開者，已裂開者，在濕潤時，亦作如是狀。以上 $\frac{15}{1}$ (n) 自然大之全形 在本圖中，苔帽已脫落，故不得見。

大抵皆由苔蓋脫落而裂開。蓋之先端，甚為尖銳，呈嘴狀(同圖 2, 8)，脫落後，於蕨之口邊，可見一至二列之蕨齒。蕨齒為茶褐色或黃色之作齒狀或纖毛狀之小片(同圖 3, 9)，其數為四或四之倍數(八，十六，三二，六四等)。蕨齒於空氣乾燥時，向外彎曲，使蕨口開，當空氣濕潤時，則向內彎曲，而閉其口。

作製蕨之縱切面及橫切面而觀察之，其最外部，有由數層之含綠

第二五四圖 (1) - (4) *Pogonatum
rhepalophorum*

(1) 全形 $\frac{1}{1}$ (2) 蒴右方者有蓋, 左方者之蓋已脫落 (3) 蒴齒 (4) 苔帽
(5), (6) *Mnium punctatum* (5) 全形(略膨大) (6) 蒴 (7) 苔帽 (8) 蒴蓋 (9) 除去蒴蓋, 示二列(a, b)之內外蒴齒(柴田及原圖)

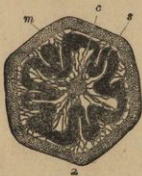




第二五五圖 苔類造胞體

(Docei-Port)

(1) 土馬鞍屬之苔之縱切 (m) 苔之
 膜壁 (k) 苔蓋 (c) 柱軸 (a) 柱軸
 之上部之擴大者 (s) 孢子囊 (2) 圖
 上之橫切面



細胞而成之膜壁(第二五五圖 m), 其內方有孢子囊(s), 後者與前者之間, 存有空隙, 兩者之間, 由絲狀之細胞列, 互相連結。蒴之中心有柱軸(c), 柱軸之頂部擴展甚廣(a), 到達苔蓋, 與之相接。

真苔族可小別為數十科, 分類皆根據蒴, 蒴齒, 苔蓋及苔帽等之形態, 其大別如次。

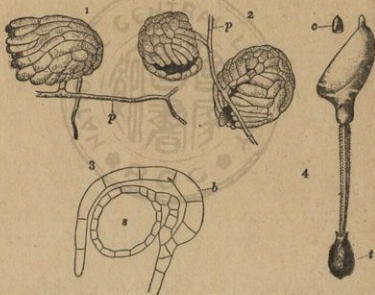
(甲)直立苔區(Bryinae acrocarpi)藏卵器及造胞體, 生於配偶體柱軸之頂(第二五五圖)。屬於此族之種類, 蒴因苔蓋之脫落而裂



第二五六圖 (1) *Astomum crispum* (2) *Archidium japonicum* 全形 (3) 蒴, 造胞體, 蒴內有數個大形孢子 (1), (2) 之倍皆有自然大之全形圖 (1) $\frac{12}{1}$ (2) $\frac{16}{1}$ (3) $\frac{55}{1}$

開，此雖為常見之法，但有極少數不依此法者，僅由膜壁之朽壞而脫出，如 *Astomum* 及 *Archidium* 等屬皆是也。此等皆為纖小之苔類（第二五六圖）。其中如後者，其蒴無柄，又無柱軸，頗似蕨類，含有極大之孢子（同圖 2, 3）。

全苔類中體制之最簡單者，為日本亦有一二種所產之 *Buxbaumia*。此屬雌雄異株，雄株殊為簡單，雄株極為微細，肉眼頗難得見，苔之本體，全付缺如，雄器生於藻狀之原線體上，僅擴大原線體之枝，變為不含葉綠而呈褐色之葉狀或貝殼狀之物而包圍之（第二五七圖 1, 2, 3）。



第二五七圖 *Buxbaumia aphylla* (Goebel, Lampricht)

(1) 藏精器(側面觀) (p) 原線體，點線示透視藏精器之位置 (2) 同，左為側面，右為背面 (3) 同，縱切模式圖 (b) 貝殼狀之包被 (s) 藏精器 (4) 成熟之遺胞體 (f) 莖 (c) 苔柄 (1), (2) $\frac{220}{1}$ (3) 膨大 (4) $\frac{8}{1}$

故炭同化之作用，藻狀之原線體，專負其責。在雌株亦然，藻狀之原線體，行炭同化之作用，具一至二個之藏卵器。雌之發達，較雄稍佳，藏卵器不直接生於原線體之上，卻居自苔之本體所生之柄上。包圍藏卵器之葉，雖稍見發達，但此葉不含葉綠體。在成熟之造胞體中，可認為苔之本體者，僅作塊莖狀之中空之小莖(同圖 4,t)與由此發生之根毛而已。*Buzbaunia* 之體制，如此之簡單，果應以此為原始的種類，抑與此相反，應認為由退化而生之後生的種類乎，此點尚屬疑問。

(乙)匍匐苔區(*Bryinae pleurocarpi*) 藏卵器及造胞體，生於短小之側枝之頂端(第二五八圖)。

蘚苔兩類之異同

蘚苔二類，其外形及生殖法，頗相類似，二者由來於同一之源，殆無可疑。但其間亦有多少之差異，今以次表示其異同。



第二五八圖 *Stereodon plumaeformis* $\frac{1}{1}$

| | 蕨 類 | 苔 類 |
|-----|---|--|
| 原線體 | 不 完 全 | 發 達 甚 佳 |
| 營養體 | 大抵皆橫臥地上，有腹背性，有全體作葉狀者，亦有有葉莖之區別者，但在後者，莖之細胞，完全同樣 | 有葉狀者，亦有有葉莖之區別者，大抵直立，莖之中心，往往有細長之細胞羣，是在生理上與維管束相當者也 |
| 造胞體 | 無 苔 帽 | 有苔帽(除水苔族外) |
| | 有彈絲(浮苔科除外) | 無 彈 絲 |
| | 無柱軸(角蕨族除外) | 有柱軸(<i>Archidium</i>) 除外 |

由上表觀之，蕨類較之苔類，可認為進化程度稍劣者也。

蕨苔羣之系統 附世代交替之起因

蕨苔由如何之植物而來者乎，關於此問題，學者之議論，雖尚未一致，發源於綠藻之一說，似中肯綮者也。然團藻族及原藻族為單細胞之植物，且孤生或羣生，而綠線藻族及管狀藻族，則細胞多核，又不等毛類，自有其特性，皆不能認為蕨苔羣之祖先者也。綠藻中可認為蕨苔之祖先者，僅有絲藻族而已。

夫絲藻族者，多數之細胞，相合而成為一列，或成平板狀，其細胞的構造之不完備，固非可與蕨苔比擬者，但其體制，大抵與之一致。其中尤以蕨苔自孢子發芽之際所生之原線體，其構造及形態，與絲藻族之種類毫無異致。是蓋可為一植物之發育史，為其系統史之重演之原則之一例，可為蕨苔由絲藻族下降之一證也。蕨苔之配偶體，雖生育於陸上，然喜生陰濕之地，授精時必需要水，苟無雨露之助，則不能行此作用，是蓋其所由來之祖先綠藻之形質，尚未完全放棄之故歟。如追溯推察蕨苔最初自綠藻下降之狀態，殆如下。蕨苔之祖先，既為綠藻之絲藻族或其近似之物，則必生育於水中。然蕨苔固陸上植物也，故自絲藻以至蕨苔之間，其祖先必有一次移居於陸上之時。此環境之變化，於植物之生活上必引起一大變動，固極明顯之事，藻類中不能

堪此變化，以至絕滅者，當非稀少。但某種藻類，頗有適應此環境狀況之力，由此能力，居然能勝此變化，於是形態構造，發生變異，經若干之星霜，變異與變異相重疊，遂至生成今日所見之蘚苔矣。●

上節所述之某種藻類，自水中移居於陸上時，其構造發生變化，遂至能勝環境狀況之變化，此事雖似推想，然今日與此彷彿之現象，並非無之。例如蘚類中之浮苔科，生育於水中者甚多，銀杏蘚(第四〇五頁)即其一例，通常雖浮游於水中，然苟晴天相繼，其生育地之水，蒸發盡時，此植物不得不將其自體直接委託於泥土之上。事情至此，植物乃新生假根，假根伸入泥土之中，以為吸水之用。又葉狀莖之表皮，上皮亦善發達，使植物體之水蒸發，不至於過度(所謂地域之變異)。

如以上所述，以蘚苔為發源於綠藻之物，然苟比較現時之綠藻與蘚苔，則其體制優劣之懸殊，頗為顯著，即以現今絲藻族中體制較為優等之 *Coleochaetaceae* 與蘚苔中所謂最劣者如浮苔科等相比較，其形態組織，大有優劣之差，固不待言而明也。故即以蘚苔為發源於絲藻族之物，然非直接由此而發，固甚明顯，後者實可謂前者之遠祖，此遠祖與蘚苔間之諸種中間植物，目下皆絕滅不存。總之，絲藻族等為蘚苔之祖，已屬無疑，但兩者之間，有不能以吾人所知之植物填充之大缺陷存焉。

蘚苔及羊齒植物中之最顯著之事實，厥為有性，無性之世代交替是也。而茲應發生之大疑問，實為世代交替，究因如何之動機而引起者乎之一事是也。此兩羣之世代交替之起因，殆由於其祖先自水中向陸上之遷移，又此兩世代間，所以有如上所述之形態上顯著之差異者，蓋因其祖先自水中上陸，雖發生對於陸上生活之適應，但未能完全放棄其水中生活之適應，尚保存其一部分故也。蘚苔之配偶體，平時雖生育於陸上，然行授精時，必要求若干之水，其一生涯中，至少一次，有直接與水相接之必要。反之，孢子體可認為適應陸上生活之世代，營養上所必要之水，仰給於配偶體。及其成熟而乾燥時，以散布其所含之多數孢子於空中，為其機能。例如蘚苔類之蒴，大抵具有長柄，

超出其營養體而高舉於空中者，亦未始非廣行散布其孢子於空中之設備也。地錢之葉狀莖上高舉之蒴柄，在授精前，極為短小，雌器托幾與葉莖相接。然藏卵器一經授精之後，此柄不久即為急速之生長，伸長而高舉蒴於其上。凡授精作用皆需要水，而水則以接近地面之處為多。故藏卵器為發揮其機能計，可及的以近於葉狀莖為必要，反之，為廣行散布孢子於空中計，則蒴須高舉。而在地錢屬，屬於配偶體之藏卵器，位置與葉狀莖相近，而屬於孢子體之蒴，高舉於空中，此等對於其機能之發揮，皆可謂適宜之設備，配偶體適於水中之生活，孢子體適於陸上之生活之說，其為妥當，自甚明顯也。由是觀之，蘚苔之世代交替，可謂對於水陸生活之一種適應，Bower 名此交替為兩棲的交替，可謂名符其實者也。

要之，蘚苔之祖先，出自水中，移居陸上之際，新獲得適於陸上生活之蕃殖法，於是始引起有性，無性之世代交替。及植物愈見進化，產生裸子植物，更產生被子植物，愈形適應於陸上生活，對於水中生活之設備廢棄益甚，有如後所述者焉。然而蘚苔植物，距綠藻甚遠，已如前述，但其距離，不若裸子及被子植物對於綠藻之甚，此極明顯，故蘚苔尚不及裸子及被子植物之絕對的適應於陸上之生活。故其適應於水中生活之有性世代，較之裸子及被子植物，發達較佳，配偶體為完成其授精作用，必須自外界獲得若干之水。是故蘚苔植物，與其稱為純粹之陸生植物，無寧稱曰半陸生植物或半水生植物之為當也。

如以上所論，蘚苔及羊齒植物之世代交替，自水中生活進而為陸上生活，為其動機，由是而引起之現象，雖至為明瞭，然其詳細之方法，當非如彼左祖外界直接作用說之論者所說之簡單，必甚複雜，非吾人所能端倪者明矣。^②

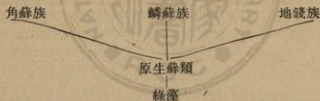
綠藻進化而生成蘚苔時，二者之中，孰先出現於地球之上乎。由其體制之簡單之狀觀之，殆為蘚類。根據從來關於蘚類之研究而考察之，可以浮苔科為最原始的種類。浮苔科之造胞器，無足無柄，終身潛匿於藏卵器之腹內，不過一簡單之蒴而已。以此為蘚類中最原始的種

類，殆非不當。但其配偶體之解剖的構造，頗為複雜，已如前述（第四〇六頁）。

蘚類中鱗蘚族之配偶體，其內部之構造，較之地錢屬，頗為簡單，此蓋其構造，較之後者，尤近於其祖先故歟。然其體之外形，除二三種類外，卻較地錢族為優，亦如前述。

今根據諸種蘚類之研究而考察之，蘚類之進化，似向三個不同之方向而發生者然。第一，配偶體之外形。保存葉狀，惟其組織之解剖的構造，主行進步（地錢屬）。第二，解剖的構造，並無特殊之進步，反之配偶體之外形，却大行進步，或發生葉莖之別，或生成直立之莖（鱗蘚族）。第三，配偶體之外形與構造，皆未發生特殊之變化，反之，造胞體卻大見進步，於蒴之膜壁，發生葉綠素與氣孔，或於其中發生柱軸等等，遂稍近於苔類矣（角蘚族）。

根據以上所述，蘚類中之三族，其進化之方向，皆不相同，故其系統圖應如次。



更進而觀苔類，在水苔族，構成莖之細胞，皆為同一之物，中心部尚無足以代表運輸組織之細胞羣之分化，加以蒴無苔帽等等，其為原始的種類無疑。角蘚族在蘚類中既為稍與苔類類似之物，或者水苔族由角蘚族等進化而來，亦未可知。但其詳細，非俟今後充分之研究，不能明瞭也。

黑苔族之原線體，與水苔族相似，同作葉狀，示二者有親緣關係，但其關係如何，則尚未明。又真苔族為苔類中之最高等者雖無可疑但其與他族有如何之關係，則未分明。

總之，蘚類與苔類有系統上之關係，雖甚明顯，然其關係之詳細

之點，尙未詳知。

●關於蕨苔全般之主要文獻如次：Bower, F. O.: The origin of a land flora. London 1908. ……Campbell, D. H.: The structure and development of the mosses and ferns, 2nd ed. New York 1905. ……Goebel, K.: Die Muscineen. (Schenk, Handb. II. 1882); Organographie der Pflanzen, 3 Aufl., Teil 2, 1930. ……Hofmeister, W.: Vergleichende Untersuchungen über die Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen. Leipzig 1851. ……Velenovsky, J.: Vergleichende Morphologie der Pflanzen. II. Teil. Prag 1905.

● Marchal, É. et Ém.: Aposporie et sexualité chez les mousses. (Bull. Acad. roy. de Belgique 7, 1907).

● Lorbeer, G.: Untersuchungen über Reduktionsteilung und Geschlechtsbestimmung bei Lebermoosen. (Zeit. ind. Abstamm. und Vererb. lehre 44, 1927).

● Allen, O. E.: A chromosome difference correlated with sex differences in *Sphaerocarpus*. (Science N. S. 46, 1917). ……Douin, C.: Nouvelles observations sur *Sphaerocarpus*. (Rev. bryolog. 35, 1909). ……Douin, C. et Douin R.: notes sur les *Sphaerocarpus*. (Rev. gén. Bot. 29, 1917). ……Lorbeer, G.: Untersuchungen über Reduktionsteilung und Geschlechtsbestimmung bei Lebermoosen. (Zeit. ind. Abstamm. u. Vererb. lehre 44, 1927). ……Schacke, M. A.: A chromosome difference between the sexes of *Sphaerocarpus texanus* (Science N. S. 49, 1919).

● Gayot, L. A.: Recherches sur le développement de l'archégone chez les Muscinées. (Ann. Sc. nat. VIII. 3, 1897). ……Goebel K.: Zur Embryologie der Archegoniaten. (Arb. bot. Inst. Würzburg 2, 1881). ……Hy: Recherches sur l'archégone et le développement des fruits des Muscinées. (Ann. Sc. nat. VI. 18, 1884). ……Janczewski, Ed. De: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Archegoniums. (Bot. Zeit. 30, 1872). ……Kienitz-Gerloff, F.: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Lebermoosporogoniums. (Bot. Zeit. 32, 1874); Neue Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Lebermoos-Sporogoniums. (Ibid. 33, 1875). ……Kny, L.: Entwicklung der laubigen Lebermoose. Jahrb.

wiss. Bot. 4, 1865).……Le-lerc Du Sablon, M.: Recherches sur le développement du sporogone des Hépatiques. (Ann. Sc. nat. VII. 2 1885).……Leitgeb, H.: Untersuchungen über die Lebermoose, Heft 1-6, 1874-81.……Pfeffer, W.: Die Oelkörper der Lebermoose. (Flora 32, 1874).……Schiffner, V.: Hepaticae. (Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfam. I. 3, 1. Hälfte, 1909).

② Correns, C.: Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena 1899.……Haberlandt, G.: Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose. (Jahrb. wiss. Bot. 17, 1886).……Herzog, Th.: Geographie der Moose. Jena 1926.……Kienitz-Gerloff, F.: Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Laubmooskapsel usw. (Bot. Zeit. 36, 1878).……Pringsheim, N.: Ueber Sprossung der Moosfrüchte und den Generationswechsel der Thallophyten. (Jahrb. wiss. Bot. 11, 1876).……Ruhland, W.: Musci. Allgemeiner Teil. (Engler, Nat. Pflanze fam. 2. Aufl. 10, 1924).……Schimper, W. P.: Recherches anatomiques et morphologiques sur les mousses. Strassbourg. 1850.……Stahl, E.: Ueber künstlich hervorgerufene Protonemabildung an dem Sporogonium der Laubmoose. (Bot. Zeit. 34, 1876).……Valzey, R. J.: Anatomy and development of the mosses. (Trans. Linn. Soc. London 1888).

③ Wettstein, Fr. v.: Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage I. (Zeit. f. ind. Abstamm. u. Vererb. lehre 33, 1924).

④ Marchal, É. et Ém.: Aposporie et sexualité chez les mousses. I-III. (Bull. Acadroy. de Belgique 7, 12, 9-10, 1909, 1911).……Marchal, Ém.: Recherches cytologiques sur le genre "*Amblystegium*." Bull. Soc. roy. Bot. de Belgique II. 1, 1912).

⑤綠藻，褐藻及紅藻中，有時亦可見世代交替之現象，已知前述。其中有性與無性世代之形態，有完全同一者（例如剛毛藻屬網褐藻科等）與不同者（例如 *Cutleria*，昆布科等）。此等世代交替，最初果由如何之動機而引起，尚未分明，蓋此際，對於蕨苔及羊齒植物二羣之考察，不能適用故也。其中兩世代之形態各異之種類，雖同居於海中，在同一環境之下，然竟發生此形態上之差異，其理由實可為今後不可不解決之問題也。

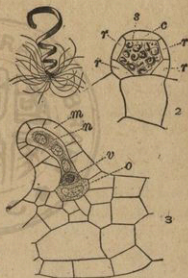
第十三羣 羊齒植物(Pteridophyta)

羊齒植物之發育史，有明瞭之有性、無性之世代交替，即自孢子發育，生成配偶體，配偶體上之卵子發達而為孢子體，孢子體上發生孢子囊，囊內生成孢子。羊齒植物之種類中，孢子有大小相同者(同子羊齒植物)，亦有大小各異者(異子羊齒植物)。

配偶體(有性世代) 孢子發芽而生之配偶體，常為微小之植物體，作葉狀或塊莖狀，絕無如高等蕨苔類之配偶體之有葉莖之別者，是曰原葉體。

原葉體之扁平者，橫臥於地上，有腹背性，自腹面發生假根。扁平部之細胞，含有葉綠素，能行炭同化作用。故此類之原葉體，其狀與蕨類之葉狀莖幾完全無異。其作塊莖狀者，埋沒於土中，不含葉綠素，有與菌類共生而維持其生活者。

原葉體上所生之雌雄器官中，藏精器為球形，無如蕨苔類之為長形者(第二五九圖 2)。精蟲為螺旋狀(同圖 1)，有數條之纖毛者與僅有二條之纖毛者，皆有之，藏卵器亦由腹部及頸部而成，



第二五九圖 真羊齒之雌雄器
(Salebeck, Chamberlain)

(1)蛇吸草屬之一種 *Gymnogramme sulfurea* 之精蟲 (2),(3)大葉井口邊草 (*Pteris cretica*) (2)藏精器 (c)被蓋細胞 (r)輪狀細胞 (s)精蟲 (3)藏卵器 (o)卵球 (v)液溝細胞 (n)頸溝細胞 (n)中有三個之核 (m)頸部之膜壁
(1) $\frac{620}{1}$ (2) $\frac{333}{1}$ (3) $\frac{250}{1}$

與蘚苔同，但腹部埋沒於組織內，而頸部甚短小，故藏卵器不若蘚苔之作瓶子狀(同圖3)。頸部由膜壁細胞(頸細胞)(同圖3, m)與頸溝細胞(n)而成，後者通常不過一個之細胞而已。腹部亦由膜壁細胞及其中一個之中心細胞而成，其後中心細胞，分裂為大小之兩細胞，小而在上者曰腹溝細胞(v)，大而在下者為卵球(o)。授精之際，頸溝及腹溝兩細胞均行破壞而化為黏液，吸水後，膨脹頗甚，藏卵器之上端，因此壓力而裂開，同時精蟲為藏卵器所分泌之物質所引誘，蟻集於其口部，闖入器內，但與卵球合着者，僅限於一個之精蟲，其餘皆死滅。原葉體上，通常有多數之藏卵器，大抵皆行授精，但多數在中途停止其發育，發達而為孢子體者，亦不過一個而已。

羊齒植物之授精，如此由精蟲而行之，故此際當然需要水分，在植物體完全乾燥之時，不發生授精作用，一如蘚苔植物。

孢子體(無性世代) 授精終了，卵球之周圍，發生膜壁，變為卵子，卵子即行細胞分裂，生成一小植物體，是曰胚。胚除莖、葉、根之外，尚有所謂足者，足為插入原葉體之組織之器官，一如蘚苔植物之足，有吸收養料之能力，故此際孢子體寄生於配偶體之狀，與蘚苔毫無異致。但其後未幾，孢子體之根發達，能自行吸收養料，至此之時，原葉體自行枯死，孢子體遂為獨立自主之植物矣。

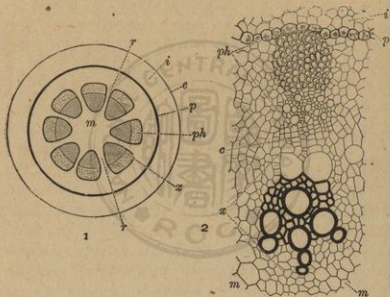
此羣之孢子體，其器官分化之顯著，遠非蘚苔孢子體之比。蓋羊齒植物之孢子體，莖葉有明顯之分化，且其外形及解剖的構造，皆與種子植物(顯花植物)相彷彿。吾人通常所稱為羊齒植物者，乃指其孢子體而言，非偶配體也。

關於羊齒植物羣之核相交替，可參考第二十三頁。

蘚苔羣之二類，解剖的構造，皆極簡單，苔類較之蘚類。關於此點，較為發達，但僅在配偶體之莖或莖柄之中心部，有細長之細胞束，以為通導養料之用而已(第四一二頁及四一六頁)。但在羊齒植物羣以上之植物，維管束頗為發達，故孢子體之解剖的構造，頗極複雜。關於維管束之詳論，應讓普通之植物學教科書，茲僅述其大略。

維管束之用途有二，第一為自土壤吸收水及溶解於水中之無機鹽類，第二將植物所造成之碳水化合物、蛋白質等有機物，運輸至體中各部。因此維管束亦可區分為二大部，運輸水及無機物之部分曰木部，如導管、假導管等已配中空之長形管狀細胞或細胞列，為其主要之成分。運輸有機物之部分曰篩部，如篩管等之有原形質之長形生活細胞或細胞列，為其主要之成分。因木部與篩部之比較的位置，維管束有如下之種類。

(一) 並生維管束 木部與篩部在同一放射線上，占前後之位置者之謂，種子植物莖之維管束，多作此型(第二六〇圖)。



第二六〇圖 並生維管束(原圖及 Prantl)

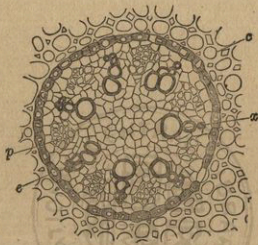
(1) 有此類維管束之莖之橫切面模式圖 (o) 表皮 (i) 皮層
(p) 內皮層 (ph) 篩部 (x) 木部 (m) 髓 (r) 髓線 (2) 向日葵莖橫切面之一部 (o) 形成層 $\frac{650}{1}$

(二) 複並生維管束 類似前者，惟木部之內面，尚有第二之篩部。要之，一個木部，介於二個篩部之中者，南瓜屬之莖，即其適例。

(三) 同心維管束 一部完全包圍於他部之中者，在羊齒類，木部在內，篩部包圍其外

(參照第二八七圖 3)。反之，木部包圍髓部之例，可見之於單子葉植物之根莖。

(四)放射維管束 木部與髓部，在不同之放射線上，占左右之位置，互相隣接而排列者也，其例如橫(第二六一圖)。



第二六一圖 *Primula Auricula*

(櫻草屬)根之放射維管束(De Bary) (c)皮層

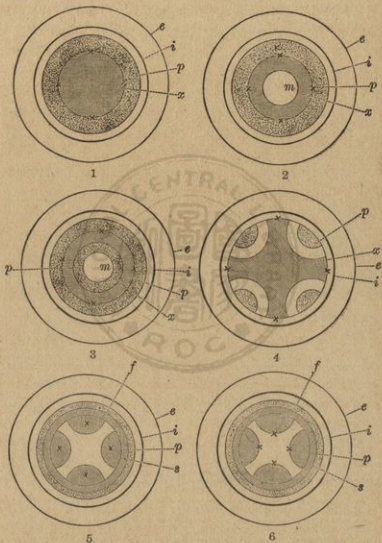
(e)內皮層 (p)髓部 (x)木部 $\frac{225}{1}$

維管束之木部與髓部，有直接相接者(例如第二八七圖 3)，又有二部之間，有形成層者(第二六〇圖 2)，羊齒植物之維管束，大抵屬於前者，亦有少數屬於後者。此植物羣之木部，由點紋、螺旋紋或環紋之假導管而成，甚少有導管者。

試觀羊齒植物羣之孢子體莖之解剖的構造，其最外部有表皮(第二六二圖 e)，次為皮層，內部為中心柱，中心柱在三部之中，為最複雜之物，其中包含維管束。中心柱之外，皮層之內，通常有由一層之細胞層而成之所謂內皮層(同圖 1, 2, 3, 4, i)者為其境界。

羊齒植物之中心柱，大略有如次之種類^①

(一)中心僅有一個之中心柱，有木部在內髓部在外之一個同心維管束時，名之曰原生中心柱(第二六二圖 1)。此類之中心柱，可見



第二六二圖 中心柱

(1)原生中心柱 (2)外圍中心柱 (3)兩層中心柱 (4)放射中心柱 (5)有中位束之中心柱 (6)有內位束之中心柱 (e)表皮 (i)內皮層 (p)髓部 (x)木部 (m)髓 (f)初生木部 (s)發生木部 有×符號為原生木部

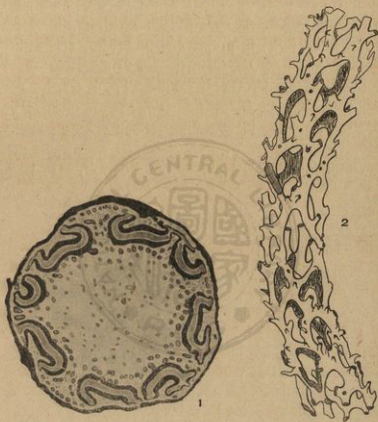
之於原始的羊齒植物(例如 Botryopteridaceae, 第四四一頁)。或莖在幼稚時,有此類之中心柱,及成熟後,即行消滅。是據一植物之發育更爲其系統史之重演之說(第一四二頁);可爲此類中心柱爲原始的之物之一證者也。

(二)中心柱之中心有髓之存在時,維管束作管狀,故曰管狀中心柱。此際如第二六二圖 2 所示,髓部(p)僅在木部之外側者,曰外髓管狀中心柱,又如該圖 3 所示,髓部存在於木部之內外兩側者,曰兩髓管狀中心柱云。

(三)中心柱內之維管束,爲放射狀之排列時,名之曰放射中心柱(同圖 4)。在羊齒植物羣中,可見之於石松屬(但有以此爲原生中心柱者)。

以上所述,皆爲中心柱之簡單者,尙有較此複雜之中心柱焉。即管狀中心柱,分裂而爲網狀或爲多數縱走之線條是也。是曰多柱或曰網狀柱。第二六三圖 1 爲 *Cyathea medullaris* (木生羊齒)之莖之橫切面,可見管狀中心柱之諸處,分裂而生數個之小中心柱。此各小中心柱,名曰分柱。該圖 2 示分柱相合而成網狀之圓柱之狀。

木部之因初期生長而生成者,曰初生木部,又因形成層之作用,由第二期之肥大生長而生成者,曰後生木部。試追究初生木部發育之狀,可知決非一時發育之物,最初先生有螺旋紋或環紋之纖狹之假導管或導管,漸次生成口徑寬闊之管。初生木部中,最初發達者,稱爲原成木部,其後發達者曰後成木部。初生木部中原成與後成木部之比較的位置,爲植物系統學上重要事實之一,即如第二六二圖 1, 2, 3, 4 所示,後成木部僅向原成木部(圖中有×符號之處)之內面爲求心的之發達,故原成木部,居初生木部中之最外方(外位束),此爲系統上最原始的構造,根或石松屬之莖有之,有時亦可見之於羊齒類之莖。反之,後成木部向原成木部之外方,爲離心的發達,故後者居初生木部之最內方(內位束,同圖 6),是爲可見之於種子植物之莖者,在系統爲最進步之構造也。又後成木部向原成木部之內外兩方,爲求心的及



第二六三圖 (Bower 及 早田)

(1) *Cyathea medullaris* 之莖之橫切面。(2) *Pentarhisidium japonicum* 之網狀莖(自莖摘出者)

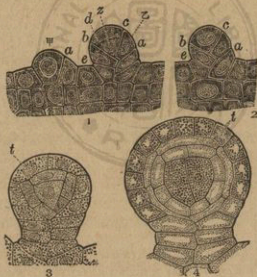
離心的之發展，因此後者居初生木部之中央(中位束，同圖 5)。羊齒類莖之大多數，皆含有中位束之中心柱者也。

孢子囊生於孢子體之葉上，葉於此際，尙能行炭同化作用者也。如此之葉，名曰營養孢子葉，因能兼行營養與生殖，故名。又有行分工者，有孢子囊之葉，專為生殖之用，不參與炭同化作用，另生專司此

作用之葉，是為營養葉，其專司生殖之葉，名曰孢子葉。此兩類之葉，形態大不相同(例如第二九〇圖)。孢子葉或孤生，或有一個中軸，而密集於其周圍，是曰孢子葉托，一名花，此中軸曰花軸或曰花托。中軸通常甚長，故花亦作長圓錐形(例如三一—圖 2)，是圓錐體。

孢子囊為蒴狀，成熟時自行裂開，散出其孢子。今觀其在葉上發育之狀，大抵發源於葉之表皮細胞，此際各孢子囊有僅由一個之表皮細胞而生成者，亦有由數個表皮細胞而生者，此區別為羊齒植物羣分類上之要點也。

第一(由一個表皮細胞發生者)如第二六四圖所示，極幼稚之葉

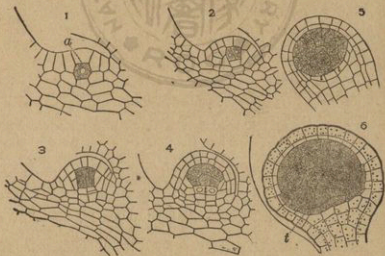


第二六四圖 水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)

孢子囊之發育(Kny) (1)甲 (1)乙, (2), (3), (4)示發育之順序。(a)之膜壁, 最先發生, (b), (c), (d)順次相繼而生, 生成胞原細胞(x), (e)及(e)為與孢子囊柄之發生有關之膜壁 (t)為絨氈細胞

之表皮細胞，先行隆起(同圖 1, 甲)，其後此細胞分裂數次，成爲數個細胞之一團(同圖 2)。此圖中之頂端細胞，新生一膜(同圖 1, z, d)，構成頗富於原形質之細胞 (z)。其後 (z) 經數回之分裂，發生該圖 3 中之三角形之細胞與與此相接之 (t) 細胞。此三角形之細胞，即可稱爲胞原細胞，分裂而成數個孢子母細胞(同圖 4, t 之下之二個細胞即是) 後各母細胞分裂而變成四個之孢子，其情形與蕨苔無異。又胞原細胞之周圍所有之 (t) 細胞，名曰絨氈細胞，富於原形質，大抵在孢子成熟前，即已破壞，孢子吸收之，以爲養料。(t) 及胞原細胞以外之細胞，後經數回之分裂，造成孢子囊之膜壁。故在此際，孢子囊之全部，蓋由來於一個之細胞，此類之孢子囊，特名曰小囊

第二(由數個之表皮細胞而成者)，數個極幼稚之葉之表皮細胞，先向縱之方向伸長，故於其上發生乳狀突起，構成此突起之某某細胞，發生分裂，於是生成數個富於原形質之四角形之胞原細胞 (第二



第二六五圖 石松(*Lycopodium clavatum*)之孢子囊發育
(Fiedel) (a)胞原組織 (t)絨氈組織

六五圖 1, a) (在此圖中, 雖僅見二個胞原細胞, 然苟自與此成直角之方向觀之, 可見數個)。其後此數個之細胞, 行數回之分裂, 變為孢子母細胞及絨氈細胞(t, 同圖 4, 5, 6), 各母細胞, 變成四個之孢子, 絨氈細胞, 即行破壞。其餘之細胞, 皆為構成孢子囊膜壁之用。是故是際之孢子囊, 發源於數個之表皮細胞, 此類之孢子囊, 名曰真囊。

往時之羊齒植物, 現今已成化石而被發見者, 其數甚多, 故此植物羣之系統研究, 須古在植物學之援助者不淺。今舉古生物學上之年代於次, 以供參考。

| | | |
|-----|---|-------|
| 近古代 | } | 第 四 紀 |
| | | 第 三 紀 |
| 中古代 | } | 白 堊 紀 |
| | | 侏 羅 紀 |
| | | 三 疊 紀 |
| 太古代 | } | 二 疊 紀 |
| | | 石 炭 紀 |
| | | 泥 盆 紀 |
| | | 志留利亞紀 |
| | | 寒 武 紀 |

原始代

羊齒植物羣, 可分為次之四類。

- | | |
|----|-------|
| 第一 | 羊 齒 類 |
| 第二 | 木 賊 類 |
| 第三 | 楔 葉 類 |
| 第四 | 石 松 類 |

第一 羊齒類[⊖] (Filicales)

羊齒類之葉較大, 有時有極偉大者。一株之上其數甚少, 幼稚之時, 大抵作渦卷狀。葉上發生多數之孢子囊, 孢子葉絕無造成花者。精蟲有多數之纖毛。

羊齒類有 Bower 之分類法。此分類法以囊堆內孢子囊之發達之順序為標準，而分為三區。各囊堆內之孢子囊，同時發達者編入簡單區 (Simplices)，各囊堆內之孢子囊中，上部者先行發達，順次以及於下部者，編入正順區 (Gradatae)，各囊堆內之孢子囊之發達，無一定之順序，故幼稚之孢子囊與老成之孢子囊，雜然混生者，編入混生區 (Mixtae)。太古代石炭紀，僅有屬於簡單區者之存在，至中古代時，除簡單區者之外，尚有多數屬於正順區者之生存，而現時生存之羊齒類，大多數皆屬於混生區者，故此三區發達之順序，與地質時代之順序，頗相符合，此分類法，在系統學上，頗為合理。但此處姑不依此分類法，分羊齒類為次之三族。

(一) 初生羊齒族

(二) 真囊羊齒族

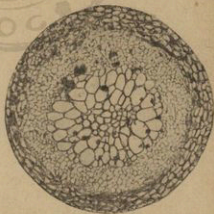
(三) 小囊羊齒族

(一) 初生羊齒族[Ⓢ] (Primofilices)

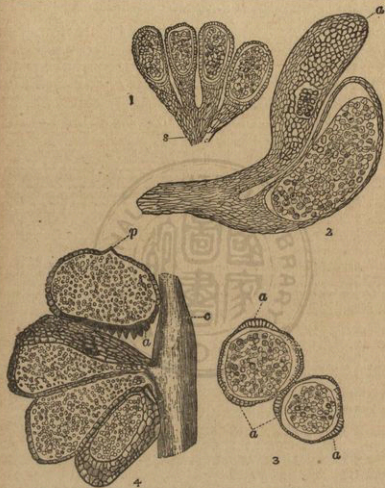
初生羊齒族中有 Botryopteridaceae。屬於此科之植物，以太古代中下層石炭紀為最多，發生於泥盆紀，至二疊紀為止，皆有其生存者也。種類殆必甚多，但今皆已絕滅。其解剖的構造，由化石學者之研究而明瞭，但其外形反而不詳。

莖之解剖的構造，極為原始的，即有原生中心柱者也 (第二六六圖)。葉分歧，孢子囊雖居其最末枝條之先端，然不如普通羊齒族之僅着生於葉之裏面，表面及緣邊皆有之，此點與現時之蕨屬 (第二九七圖 1) 相似。

在 *Zygopteris*，數個之孢子囊，羣生於葉之最末枝條之上，皆作西洋梨之形狀，略行彎曲，有肥短之柄，此等



第二六六圖 *Botryopteris cylindrica*
莖之橫切面，示原生中心柱 (Bower)



第二六七圖 (1) *Zygopteris* sp. 共通柄(s)上所着生之四個孢子囊 (2) 放大其二個, 上方之一, 有由多層細胞而成之環帶(a), 下方者為縱切面, 可見孢子 (3) 同, 二個孢子囊之橫切面, 示兩個有環帶(a) (4) *Botryopteris forensis*, 示孢子囊附着於軸(c)之狀, 最上方之囊, 有環帶(a)與裂開之口部(p) (1) $\frac{10}{1}$ (2), (3) $\frac{20}{1}$ (4) $\frac{85}{1}$

(Renault)

柄相集着生於共通之柄(第二六七圖 1, s)。囊之膜壁,至少由二層而成,其兩側自基部以至於頂,有特異之厚膜細胞羣各一個(同圖 2a)。此細胞羣,由數行之細胞而成,各細胞皆較囊之其他細胞為大,此細胞羣曰環帶。孢子數甚多,每囊約有 500-1000。*Botryopteris* 之莖,具有原生中心柱,與 *Zygopteris* 同,構造較彼更為簡單(第二六六圖)。孢子囊多數羣生,其形狀如西洋梨,有短柄,其狀略與 *Zygopteris* 之孢子囊相似,但較彼為小,其最大之差異,在於孢子囊僅一側有一個之環帶(第二六七圖 4)。

在 *Corynepteris*, 五至十個之孢子囊,羣生於一個共通之中軸周圍。環帶甚廣,由數個之厚膜細胞列而成。相隣接之孢子囊之環帶,互相接觸(第二六八圖)。



第二六八圖 *Corynepteris* 之孢子囊(Zoeller)

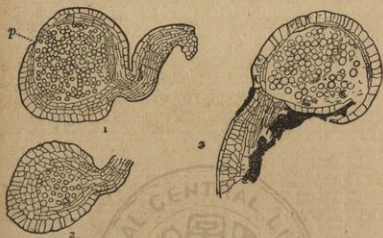
(1) *C. Essenghi* 有孢子囊之羽狀小葉破片

(2) *C. coralloides* 之囊堆之側面觀 (1) $\frac{6}{1}$ (2) $\frac{76}{1}$

Stauropteris 之孢子囊為球形,膜壁由數層之細胞層而成,不具環帶,頂部有孔口(第二六九圖 1, p),由此裂開。孢子數為每囊 500-2000。

有主張此科中有大小二種之孢子者,但其實不然,僅不過有一種孢子而已,此由其後之研究,業已分明。

此科中包含種種異樣之種類。例如 *Zygopteris* 及 *Botryopteris* 之孢子囊,其着生法與現今之蕨屬相似,已如前述,而 *Corynepteris*



第二六九圖 *Stauropteris Oldhami* 之孢子囊 (Scott-Bower)

(1), (2), (3) 孢子囊縱切 (p) 孔口 (3) 示囊自一處破裂之狀

$\frac{50}{1}$

之囊堆之形狀，與現時之觀音座蓮科相似，此外其解剖的構造，亦與現時之羊齒諸科相彷彿。故 *Botryopteridaceae* 可認為今日生存之羊齒類之祖先也。

(二) 真囊羊齒族 (*Filicales eusporangiatæ*)

此族之孢子囊，發源於數個之母細胞，大形，故各囊所含有之孢子之數甚巨（例如多者達 7500，少者亦有 1500）。系統上似較小囊羊齒族（第四五五頁）為老。

(一) 觀音座蓮科 *Marattiaceae* 此科者有 *Marattia*，古觀音座蓮屬 (*Arohangiopteris*)，觀音座蓮屬 (*Angiopteris*)，*Maoroglossum*，*Danaea Kaulfussia* (*Christensenia*) 等屬。● 通常產於熱帶，葉之長度，往往達數米突，高達一米突以上。

孢子體 莖短小，大抵直立，肥大作塊莖狀，半埋沒於土中，其露

出於地上之部，亦為密集之葉所掩蔽，不可得見。又某種之莖，呈多肉之根莖狀，蟠延於地下。

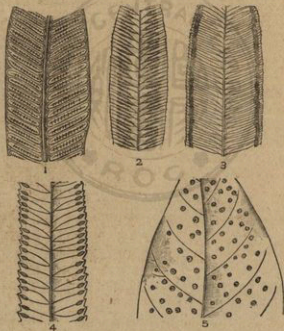
試觀莖之解剖的構造，則為所謂分柱，橫切面上有數個之中心



第二七〇圖 (1) 觀音座蓮 (*Angiopteris evecta*) 之全形 (幼稚者) (s) 托葉 (2) *Morattia Verschaffelna* 之葉芽 (s) 為托葉，包圍於尚未開展之葉外 (l) 托莖上之稜溝 (r) 根 (3) 莖，座莖之橫切面 (a) 分離之細胞 (b) 為生成 (a) 細胞計正在分裂中之細胞 (c) 原本組織 (1) $\frac{1}{4}$ (2) $\frac{1}{1}$ (3) 膨大 (原圖及 Hanning)

柱。

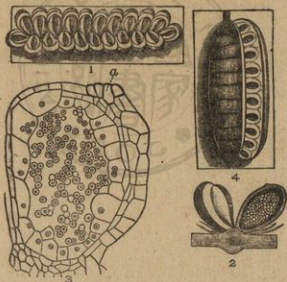
葉大抵作羽狀，長達 5—6m. (觀音座蓮，第二七〇圖 1)，其葉柄之基部，有一個大形之托葉 (同圖 1, s)，葉之幼稚者，作渦卷狀。又托葉及葉柄上，有所謂塵溝者 (同圖 2, l)，為漏斗狀之孔，初發生於表皮之氣孔下，突破此處之表皮，在其下之細胞，變形為球狀，個個分離 (同圖 3, a)，於此生成細胞間隙，塵溝為一種通氣之機關，發生於氣孔之下及其構造之特殊，頗與被子植物之皮孔相似。但在觀音座蓮科，塵溝僅於葉將開放時，始能為通氣之用，及葉老成時，則失其作用。



第二七一圖 觀音座蓮科之囊堆 (Campbell, Christ et Giese, Blüher) (1) *Danaea elliptica* (2) *Archangiopteris Henryi* (3) *Angiopteris crassipes* (4) *Marattia fraxinea* (5) *Kaulfussia aesculifera*

孢子囊生於葉之裏面，其數頗多，並列於葉脈之上，亦有散布於自小葉之中肋以至於緣邊，包含各橫脈之全部者(*Danaea*, 第二七一圖 1), 居緣邊之近所者(*Marattia* 及觀音座蓮屬, 同圖 3, 4) 有之, 散在於中肋與緣邊之中間者(古觀音座蓮屬, 同圖 2) 有之, 或不居橫脈之上, 卻散在於中肋與橫脈之間者(*Kaulfussia*, 同圖 5)。

孢子囊之膜壁，由數層之細胞而成，在觀音座蓮 (*Angiopteris evecta*)，頂部之一方，特有一列之暗黑色之細胞，稍超出其餘之細胞，是為環帶(第二七二圖 3, a)。本科之環帶，雖如是之微小，然在小囊羊齒族中之真羊齒，環帶甚為發達，有必要之生理上之官能云。孢子數甚多，每囊約達 1000 以上。



第二七二圖 觀音座蓮科之囊地及孢子囊 (Bitter, Campbell)

(1) *Angiopteris crassipes* 之囊地 (2) 同, 二個之孢子囊及數
條之毛 (3) 觀音座蓮之孢子囊 (a) 環帶 (4) *Marattia fraxinea*

之囊地 (1) $\frac{20}{1}$ (2) $\frac{22}{1}$ (3) $\frac{75}{1}$ (4) $\frac{16}{1}$

孢子囊之在葉上，並非各自獨立，乃數個相連合，而造成一團者也。此集團名曰囊堆。在 *Marattia* 等屬，囊堆與孢子囊合一，造成所謂聚囊(第二七二圖 4)，但觀音座蓮屬之囊堆與孢子囊，僅行集團，並不合着(同圖 1)。孢子囊之頂部，或生孔口，或縱裂而脫出孢子。又在觀音座蓮等屬，囊堆之下，有毛或鱗片(同圖 2)。在 *Danaea*，自孢子葉發生薄皮，此薄皮被覆若干於聚囊之上。此等毛茸或薄皮，在形態學上，殆與在真羊齒所見之包膜相當者也(包膜之說明見後)。

觀音座蓮科之孢子囊，自其發育上觀之，屬於所謂真囊，最初發源於數個之細胞，此本科及瓶爾小草科(後出)之所以合稱為真囊羊齒族(*Filicales eusporangiateae*)也。

配偶體 由孢子之發芽而生之原葉體，狀為扁平，前端作心臟形(第二七三圖 1)，呈濃綠色，長達 1-2 cm. 其形狀猶如兩翼開張之狀，各翼之緣邊，由一層之細胞而成，其餘部分，由數層之細胞而成，其中介在於兩翼中間之部分甚厚，雌雄器及根毛，自此發生。原葉體以根毛着生之面為下面而橫臥於地上，藏精器生於原葉體之上下兩面。精蟲旋轉作螺旋狀，有多數之纖毛。藏卵器僅生於原葉體之下面。

本科之原葉體，與瓶爾小草科之原葉體相似，孢子體發生之後，有尚能繼續生長至一年間或一年以上之特性。

(二)瓶爾小草科 *Ophioglossaceae* 此科包含瓶爾小草屬(*Ophioglossum*)(第二七四圖及第二七五圖)，陰地蕨屬(*Botrychium*，第二七六圖)及熱帶產之 *Helminthostachys* (第二七七圖)之三屬，



第二七三圖 觀音座蓮屬之原葉體 (Jonkman, Farmer) (1)自下面觀原葉體 (s)藏精器 (a)藏卵器 (2)自原葉體發生孢子體之狀 (1), (2) $\frac{1}{10}$



第二七四圖 瓶爾小草屬其一
(厚圖及 Groom) (1) 小瓶
爾小草(*Ophioglossum nudic-*
caule) (p) 生殖極 (v) 營養
極 (2) 同, 聚囊之一部 (3)
O. simplex, 二條之生殖極中,
其一缺其上部。

(1), (3) $\frac{1}{1}$ (2) 膨大

皆為纖小之草本，生育於地上，亦有一二氣生植物。

孢子體 在瓶爾小草屬及陰地蕨屬，莖直而短，埋沒於土中（第二七四圖及第二七六圖）。生長頗為遲緩。*Helminthostachys* 之莖作根莖狀，蠕蠕於地下。觀其解剖的構造，最初具有原生中心柱或有少許之髓之管狀中心柱，但其後則變為普通之管狀中心柱。葉生於莖之頂端，雖在幼稚之時，亦不若其他羊齒植物之作渦卷狀，且其數僅少，每年各株僅不過發生一至二葉而已。葉有柄。葉分枝而生二極，一專司



第二七五圖 瓶爾小草屬其二 (Bitter) (1) *Ophioglossum*

pendulum (2) *O. palmatum* (1) $\frac{1}{10}$ $2\frac{1}{1}$



第二七六圖 陸地蕨

(*Botrychium ternatum*)

(1)全形 (2)上部

(1) $\frac{1}{2}$ (2) $\frac{1}{1}$

營養，一生孢子囊，專司生殖之責。分布最普遍之瓶爾小草 (*Ophioglossum vulgatum*) 及小瓶爾小草 (*O. nudicaule* 第二七三圖 1)，其兩極雖皆不分歧，然台灣及其他熱帶地方產之 *O. pendulum* 之營養極，分歧為叉狀，且自葉柄產生一條之生殖極 (第二七五圖 1)。又南美 Brazil 國所產羽狀葉瓶爾小草 (*O. palmatum*，同圖 2) 之營養極分歧，而自葉面與葉柄相連結之處，發生數個之生殖極。在陰地蕨屬，歐

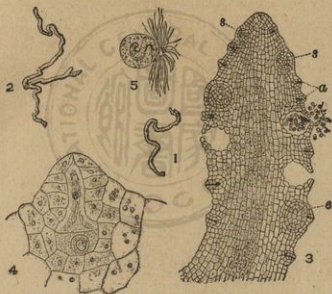


第二七七圖 *Helminthostachys zeylanica* (Hooker et Baker) (1)有葉及孢子葉之部分 (2)有孢子囊之一部

(1) $\frac{1}{2}$ (2) 膨大

洲及其他地方所產之 *Botrychium simplex* 之營養生殖之兩極，皆不分歧，但其他之種類，其兩極皆作羽狀之分歧，有時竟有數次分歧者(第二七六圖 1)。*Helminthostachys* 之營養葉亦分歧作羽狀(第二七七圖 1)。

瓶爾小草科中，孢子體之最簡單者，為在 Sumatra 島所發見之瓶爾小草屬之一種曰 *Ophiglossum simplex* 者是也，葉無營養與生殖之別，僅有生殖極而已(第二七四圖 3)。



第二七八圖 瓶爾小草之原葉體(Bruchmann) (1), (2) 全形 (3) 幼稚原葉體之上半縱切面 (a) 藏精器 (b) 藏卵器 (c) 幼稚之胚 右方有精蟲正在脫出之藏精器，其下有因此而成空虛之藏精器，左方亦有一個空虛之藏精器 (4) 藏卵器 (5) 精蟲 (1), (2) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{40}{1}$ (4) $\frac{225}{1}$ (5) $\frac{505}{1}$

孢子囊之發育法，屬於第二類（第四四〇頁），成熟者之膜壁，由數層之細胞而成，在瓶爾小草屬，孢子囊在生殖極上並立作二列，各列之孢子囊，完全相合，埋沒於組織內（第二七四圖 2，聚囊），而在陰地蕨及 *Helminthostachys* 之二屬，則與此相反，孢子囊各自分離而並立（第二七六圖 2 及第二七七圖 2）。又第一及第二屬之孢子囊橫裂，第三屬者則縱裂。

配偶體 瓶爾小草科之原葉體，生於地下，喜生育於腐植土中，為無色之塊莖狀體，組織內有菌絲，與之共生。

瓶爾小草科之原葉體，有具腹背性者，有不然者，共有二型，陰地蕨屬之原葉體，屬於前者，瓶爾小草屬及 *Helminthostachys* 之二屬之原葉體，屬於後者。

茲擬述普通之瓶爾小草之原葉體，以為第二型之一例。此植物之原葉體為蠕蟲形，分歧或不分歧（第二七八圖 1, 2），呈褐色，長約 6cm.，寬約 0.4—15mm. 藏精器及藏卵器生於同一株上，體內細胞中雖有菌絲，但無根毛及毛。藏精器埋沒於組織內，僅露出其表面（同圖 3, s）。精蟲為螺旋狀，頭部有多數之纖毛（同圖 5）。藏卵器亦僅露出其表面，有五段之頸細胞與一個之頸溝細胞（同圖 4）。次述蕨屬（*Botrychium Virginianum*）之原葉體，以為第一型之一例。此植物之原葉體，為稍形扁平之塊莖狀之物，全面發生根毛（第二七九圖 1），長約 2—20mm. 寬約 1.5—15mm. 深埋於土中。上面生有生殖器官，藏精器沿中軸而存在，埋沒於隆起（同圖 1, 2, p）之組織內（同圖 2, s）。精蟲之先端，卷成螺旋狀，有多數之纖毛（同圖 3）。藏卵器生於原葉體之中央隆起線之兩側（同圖 2, a），腹部雖埋沒於組織內，然頸部則露出於外。

此原葉體之上面組織，雖無菌絲，（同圖 2, x），然下面組織之細胞內，則有菌絲。原葉體與此菌共生，而維持生活。

關於瓶爾小草科之原葉體，須特筆者，即其生存之期限，頗為長久之事是也。在普通之羊齒類，原葉體於孢子體發生後未幾即行枯



第二七九圖 蕨屬(*Botrychium virginianum*)之原葉體 (Jeffrey) (1) 稍老成之原葉體 (2) 同, 橫切面, (3) 精囊 (p) 具藏精器之隆起 (s) 藏精器 (a) 藏卵器 (x) 無菌細胞 (y) 含有菌絲之細胞 (r) 根毛

(1), (2) $\frac{16}{1}$ (3) $\frac{1000}{1}$

死, 以此為常。但在此科, 則與之相反, 孢子體生成後, 雖經數年之久, 原葉體尚有未死滅者。例如 Jeffrey 曾見蕨屬於孢子體發生後經八年之久, 其原葉體尚附着於其上而生存云。

(三) 小囊羊齒族 (*Filicales leptosporangiateae*)

小囊羊齒族中, 有僅有一種之孢子(同子羊齒)者及有大小二種之孢子(異子羊齒)者。原葉體大抵扁平, 藏精器生於其表面, 從未有埋沒於組織內者。孢子囊自其發生上觀之, 蓋屬於所謂小囊者, 發源於一個之表皮細胞, 其形較小, 各囊內之孢子數稀少, 以六十四或四十八個為普通, 少者僅二十四或十六以下(但本族中, 裏白屬 *Gleichenia* 及鐵屬 *Osmunda* 之孢子囊約有 500 之孢子, 海金砂屬 *Lygodium* 及 *Todea* 之孢子囊, 則約有 250, 故嚴格而論, 此等諸屬, 不



屬於小囊羊齒族，殆介於真囊小囊兩羊齒族中間者也。本族可小別如次。

(一) 真羊齒

(二) 水生羊齒

(甲) 真羊齒^① (Eufilicineae)

孢子體 孢子體之成熟者，形態種種不一。苔蘚科(Hymenophyllaceae) 爲微細之小草，好生溼地，其狀與蘚苔相似。反之，熱帶地方所產之八字紗櫛、紗櫛等所謂木生羊齒者，爲偉大之喬木，直立，生有巨大之葉(第二八〇圖，第二八一圖)。莖有直立者與橫臥者之二種，直立者，葉及根自其四面發生，節間有時頗爲短小，其狀恰似葉自莖之一處出生者然(例如羊齒 *Nephrodium Filix-mas*)。橫臥之莖，爲根莖狀，蜿蜒於地下或地上，有腹背性，自表面生葉，下面生根，且節間甚長(例如蕨 *Pteridium aquilinum*)。此外尙有如海金砂屬(*Isoetes*)等，莖纖細不能直立，故攀懸於他物之上。根自莖發生，木生羊齒之幹，其下部之全面，有爲氣根所掩蔽者，如八字紗櫛是也(第二八二圖)。

葉尙未開展時，作渦卷狀(第二八三圖)，或屈曲而爲鈎狀(例如井口邊草)，其形狀種種不一。毫不分裂之葉，固亦有之(例如石韋)，但多數皆數次分裂成羽狀，有時有極巨大者。根莖發生鱗片葉，又幼稚之葉上，往往有一種茶褐色之鱗片狀之毛，被覆於其上而保護之。是曰鱗毛(第二八三圖)。

在熱帶地方，生育於樹幹上之羊齒，除普通之營養葉外，往往有另生殊特之營養葉者，例如槲葉金星草(*Polypodium rigidulum*)，除普通葉外，尙有無柄而略形碗狀之葉(第二八四圖 b)。碗狀葉上，時有枝葉之斷片等落下而堆積於其上，腐敗後變爲腐植土，植物由此吸收養料。鹿角羊齒(*Platycerium bifurcatum*)亦有同樣之葉，但不盡如碗狀，數葉相重疊(第二八五圖 b)，其功用，除產生腐植土外，尙有

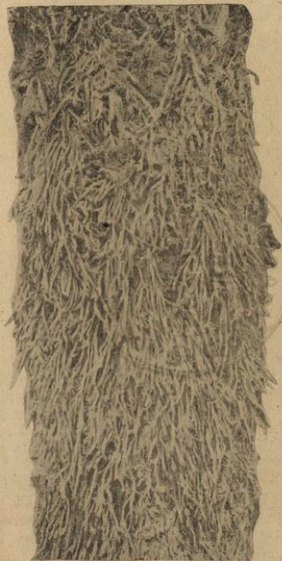


第二八〇圖 澳洲產之澳洲杉蕨(*Alsophila australis*)

(攝影)



第二八一圖 小笠原島八字沙撈越茂之狀(攝影)



第二八二圖 八字砂
綱屬莖之一部（爲葉
根所掩蔽） $\frac{1}{2}$

被覆於此植物之根邊，防止乾燥之用。

羊齒葉之生長點，在於先端。種子植物之葉，其生長點在於基部，反之莖之生長點，則在先端，此世人所周知者也。故羊齒之葉，關於此點，頗與種子植物之莖相似。

真正羊齒莖之解剖的構造，種種不一。裏白屬(*Gleichenia*)，苔蘚屬(*Hymenophyllum*)，海金砂屬(*Lygodium*)等，具有原生中心柱，一如初生羊齒族(第二八六圖)。蕨屬有管狀中心柱，但此際篩部雖連結而為管狀，木部則仍自分離(第二八七圖 1)。此屬通常有外篩管狀中心柱，但其某種及石長生屬(*Adiantum*)等，木部之兩側，皆有篩部，形成所謂兩篩管狀中心柱。又真羊齒莖之多數(八字抄攝科，水龍骨科，及其他具有網狀柱，且強固組織，頗為發達，例如蕨之莖中，除表皮直下之一帶，有此組織外，其內部亦有之(第二八七圖 2, 3)。即在蕨之莖中，亦有兩樣強固組織之發達(同圖 1, 3)。維管束中無形成層，故莖不能行第二期之肥大生長。木部大抵由於廣闊之階紋假導管而成，以不具導管為原則，唯蕨有階紋導管。

木生羊齒莖中之維管束，為顯著之發達，莖之橫切面，呈特異之觀焉。即各分柱，作寬廣之板狀(第二八八圖 v，參看第二六三圖)，略向外方凹入，排列成多數之環狀。莖之中心有髓部，自外部觀之，此莖多大形之葉跡(*t*)，葉跡之內，可見多數自莖入葉之微細維管束(*d*)。此等維管束，排列為倒立之八字形，故葉跡亦恰如之⊗狀，故 *Alsop-*



第二八三圖 作渦卷狀之葉
(1)大草蕨 (*Struthiopteris orientalis*, 營養葉) (2)蕨 *Osmunda regalis* var. *japonica*, 孢子葉 $\frac{1}{2}$



第二八四圖 剛葉金星草(*Polypodium rigidulum*)
(Goebel) (a)普通葉 (b)梳狀葉極縮小

hila 之譯名為八字枰樞云。

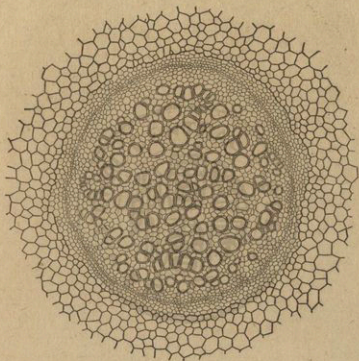
孢子囊常生於葉之裏面，大抵發生於葉脈之上（例如第二九九圖），且此等孢子囊，多數相集合，造成囊堆。囊堆有時有側絲之雜生，又在囊堆之近旁，葉之組織，為特異之生長，掩蔽於囊堆之上而保護之，其狀恰如屋頂，是名曰包膜（第二八九圖 1, i）。但包膜未必皆存在者，有時全付闕如之種類亦有之（例如金星草屬，*Polypodium*，第二九九圖 5）。

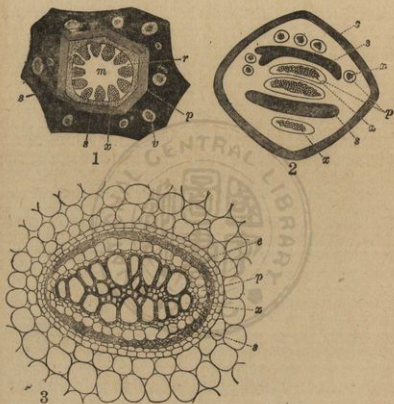
各孢子囊之形態，在本族中，視科之不同而有若干之差異，一般



第二八五圖 鹿角羊齒(*Platycerium bifurcatum*)

(a)普通葉 (b)重疊之葉約 $\frac{1}{4}$

第二八六圖 *Gleichenia pubescens* 莖之橫切面(Coultter) 示原生中心柱 $\frac{35}{1}$



第二八七圖 羊齒莖之解剖的構造(原圖及 Sachs)。(1)莖 (2)莖 (3)莖，
 一個之分柱 (s)強固組織 (p)皮部 (x)木部 (e)內皮層 (m)髓 (r)髓
 線 (v)強固組織內之維管束 (1),(2)略膨大，稍圖式化 (3)大行膨大



第二八八圖 八字掌蕨屬莖之一部(除去中心之髓部,故中心成空洞) (v)維管束 (s)包圍維管束之強韌組織 (b)伸入葉中之維管束 (t)葉跡 (d)葉跡內之維管束 $\frac{1}{1}$

而論，皆作蒴狀，膜壁由一層之細胞而成，是與瓶爾小草科及觀音座蓮科之種類異。在此膜壁細胞中，有構造與其餘細胞特異之一列細胞，是為環帶(第二八九圖 2, a)，環帶為箍狀，其細胞中，內面及側面之膜特厚，外面之膜則甚薄，而金星草科之環帶，其一端且由薄壁細胞(同圖 2，環帶之上部)而成，孢子囊成熟而乾燥時，則環帶收縮，薄壁細胞破裂，環帶反捲，孢子經裂隙而脫出。凡環帶之一端，由如此之薄壁細胞而成者，謂之不全環帶。

孢子囊生於葉上，葉不變其形態，兼營養與生殖之用者固有之，然與此相反，孢子葉較之營養葉，形態頗有若干之差異者，已如前所



第二八九圖 羊齒之葉之有孢子囊之部分之橫切面 (1)包膜 (2)孢子囊(有種種之發育階段) (2), (3)大羊齒 (*Microlepia hirsuta*) (2)孢子囊之已開裂者 (a)環帶 (3)孢子 a. 背面 b. 腹面 皆原大(Sachs 及原圖)

述(第四三八頁),第二九〇圖所示者,即為後者之一例也。

孢子體往往由營養生殖而蕃殖,今舉其一二例如下。例如鑛狗脊(*Woodwardia orientalis*)之葉之表面,發生具有根、莖、葉之小植物(第二九一圖)。*Polystichum lepidocaulon* 之葉,自先端發生細枝,自此枝之先端,發生具有根、莖、葉之植物(同圖 2)。此外之例,不遑枚舉。

配偶體 由孢子體上所生孢子之發芽而生成之原葉體,為綠色之葉狀體,作心臟形,自下面發生假根,着生於地面(第二九二圖 1)。其組織由一層之細胞而成,僅中心部由數層之細胞而成。雌雄器生於同一之原葉體上,常在其下面,藏卵器(同圖 1, a)生於心臟形之凹入部之近傍,而藏精器(同圖 1, s)則在後部生有根毛之處。

藏精器為球形,膜壁由三個細胞而成,其中二個作輪狀,故名曰輪狀細胞(第四三一頁,第二五九圖 2, rr),其最上部之細胞(c),稱曰被蓋細胞。藏精器成熟時,被蓋細胞,即行破壞,器內所含之多數精蟲,遂至脫出。精蟲有多數之纖毛。藏卵器之構造,已述於前(第四三一頁)。

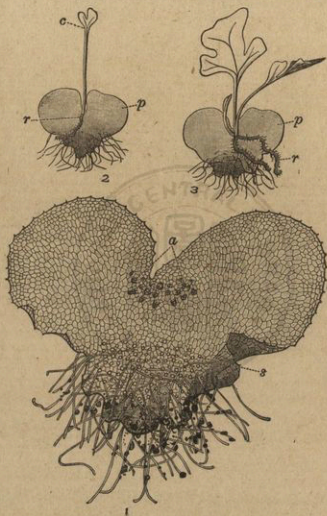
真羊齒之原葉體,大抵皆如上所述,作葉狀,唯苦苣科(*Hymenophyllaceae*)之原葉體,不作葉狀而為分歧之絲狀(第二九三圖)。藏精器(同圖 1, s)生於枝之先端,或其側面。藏卵器(同圖 2, a)具有保持此器之柄,在其先端,着生一至數個之藏卵器。

卵球由授精而變為卵子,卵子分裂,遂造成胚。試觀卵子分裂之順序,卵先生成橫膜(aa),分割為上下兩半球(第二九四圖 1),其次發生與此成直角之隔膜(bb),卵子分割為四個之四分球(同圖 2)。其後發生與(aa)及(bb)之兩膜皆成直角之隔膜(cc),卵子遂分割為八個之八分球(同圖 3)。如此卵子經三回之分裂,分割為八個之八分球時,各八分球,盛行細胞分裂,由此而生除莖、葉、根之外尚具所謂足者之胚焉(第二九五圖 1, 2)。足(f)為插入原葉體之部分,胚由此而固着於原葉體之上,最初雖由此吸收養料,然未幾原葉體即行枯

第二九〇圖 雄尾草(*Plagiogyria adnata*)(1) 營養葉 (2) 孢子葉 $\frac{1}{3}$



第二九一圖 羊齒之營養生殖 (1) 蘆街脊之葉之一部, 右
 $\frac{1}{2}$, 左 $\frac{1}{1}$ (2) *Polystichum lepidocaulon* $\frac{1}{1}$



第二九二圖 圓羊齒 (*Nephrolepis cordifolia*) 之原葉體及孢子體發生 (1)原葉體(自下面所見) (s)藏精器 (a)藏卵器 (2),(3)自原葉體發生嫩植物之狀 (p)原葉體 (r)根 (c)子葉 (1) $\frac{20}{1}$ (2),(3)略行放大

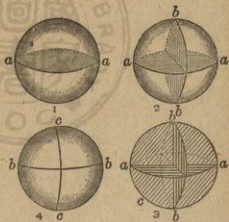
死，孢子體乃成爲獨立自營之植物體。試觀胚之諸部自卵子發生之狀態，足(f)與根(r)乃由已分裂之卵子之下半而生，而葉(l)與莖(s)則自其上半發生(參看第二九五圖 1,2)。

真正羊齒中，有行無配生殖及無孢子生殖者。

● 今舉無配生殖之一二例於下。大葉井口邊草(*Pteris orelioa*)之原葉體，雖有多數藏精器之發生，然通常不生藏卵器。但原葉體之前端作心臟形之部分，其組織發生變化，由此能直接產生孢子體。*Doodya caudata*之原葉體，除普通由授精而生成孢子體外，於其下面，發生由小細胞而成之特別組織，由此組織發生一至數株之孢子體，最奇者莫如 *Nephrodium dilatatum* var. *ovistatum gracile*，原葉體(第二九六圖 3, p)之頂部，發生圓筒形之突起(o)，不生孢子體，孢子囊(s)可在此



第二九三圖 *Trichomanes rigidum* 之原葉體(Go. bel) (1)有藏精器(s)之部 (2)藏卵器之柄(t)及有藏卵器原始(a)之部



第二九四圖 真正羊齒之卵子分裂模式圖 (1)由(aa)之橫面，卵未分裂爲兩半球之狀 (2)縱生(bb)之縱面，分裂爲四個四分球之狀 (3)又生與(aa)及(bb)皆成直角之(cc)面，分裂爲八個八分球之狀，圖中之(cc)，爲正面觀，故僅可見四個之八分球，其他之四個八分球，在(cc)之後面，不可得見 (4)(3)圖之卵球之外觀(非透視圖)

突起之上，直接發生(同圖 4 爲此突起之廓大圖)。

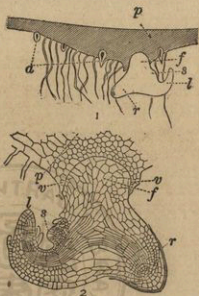
爲無孢子生殖之一例，可舉 *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum*，此植物之孢子體葉之先端，伸長而成原葉體(第二九六圖 1)，或於其葉之先端，先形成圓筒狀之突起，在此突起之上，發生原葉體(同圖 2)。

有 *Trichomanes datum* 者，在同一個體上，兼行無孢子及無配生殖。即不假孢子之助，自孢子體直接發生原葉體，又不經雌雄器官之助，以營養的方法，自原葉體直接造成孢子體。故此種之一生，無孢子，無配偶子，而能終了其生涯。

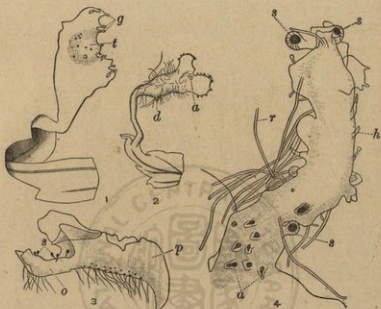
如以上所述，在無孢子生殖時，不經孢子之階段，於葉之先端，直接發生原葉體。故後者畢竟爲葉之變態，此種原葉體，可認爲具有雌雄器官之羊齒葉也。要之，羊齒之配偶體，不過爲其生長略受妨礙之羊齒葉而已，在形態學者，與孢子體爲同源之器官也(Goebel)。

據諸學者之實驗，行無配生殖之羊齒，其原葉體若置於普通之環境狀況之下，則行普通之生殖，若可及的防止水之到來，使精蟲之授精成爲不可能時，則甚易於其上發生無配的孢子體。又在行無孢子生殖之羊齒，若將其無性時代之葉，與濕地相接，務使周圍之條件，適宜於其有性世代之造成，則甚易於其上發生無孢子的原葉體云。是與綠藻等之環境狀況之如何，能於同一體上，或生雌雄器官或生非配偶子者略同。

通常，羊齒植物之有性時代(配偶體)含有單數之染色體，其無性時代，則含有兩數染



第二九五圖 井口邊草(*Pteris serrulata*)之原葉體上之胚發育之狀(Pax, Hofmeister) (1), (2) (p)原葉體 (v)腹部 (t)足 (r)根之起原 (a)壘頂端之起原 (l)第一葉之起原 (s)藏卵器 (1)廓大 (2)更廓大

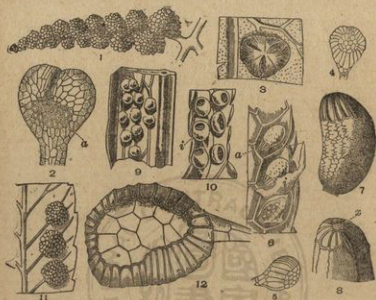


第二九六圖 羊齒之無孢子及無配生嚙(Bower, Lang) (1) *Polystichum angulare* var. *pulcherrimum* 自葉裂片之頂部發生原葉體之狀 頂點無孢子生嚙 (t)組織之肥厚部分 (g)腺毛 (2)同,葉之裂片所生圓筒形之突起上發生原葉體之狀 (a)藏卵器 (d)原葉體正將分枝之狀 (3) (4) *Nephrodium dilatatum* var. *Cristatum gracile* 之原葉體上直接發生孢子囊之狀 (s)孢子囊 (o)突起 (p)原葉體 (r)假根 (h)鱗毛 (a)藏卵器之未經授精者 (4)單獨膨大突起 (1)約 $\frac{13}{1}$ (2)約 $\frac{7}{1}$ (3) $\frac{6}{1} - \frac{7}{1}$ (4) $\frac{35}{1}$

色體(第二二頁),但無配及無孢子生嚙之際則不然。例如在行無配生嚙之某某羊齒,因未假配偶子之助,自原葉體直接生成孢子體,故後者僅有單數之染色體。反之在行無孢子生嚙之羊齒,原葉體直接自孢子體上發生,故此原葉體有兩數之染色體。蓋有性及無性世代,雖有等數及兩數並代之名,此名在此際不能適用,一如在蕨苔之部所述者(第四一四頁)。

真羊齒,包含八科。

(一)蕨科 *Osmundaceae* 此科之蕨屬 (*Osmunda*),有孢子葉



第二九七圖 眞羊齒之孢子囊 (Milde, Lührsen, Hooker, Bower 及原圖)

(1) 蕨類之孢子葉之一部 (2) 同，孢子囊 (a) 環帶 (3) 裏白屬之由三個孢子囊而成之囊堆 (4), (5) 同，孢子囊 (6) 海金砂屬之孢子囊 (1) 包膜 (7) 同，孢子囊 (8) 同，傾斜孢子囊，以承上端，(x) 爲環帶中央所有之普通孢子囊細胞 (9) 水蕨屬孢子葉之一部 (10) 紗蕨屬孢子葉之一部 (11) 八字紗蕨屬孢子葉之一部 (有三個無包膜之囊堆) (12) 同，那大一個孢子囊，有完全環帶 (2)

$\frac{40}{1}$ (4), (5) $\frac{60}{1}$ (7), (8) $\frac{45}{1}$ (9) $\frac{48}{1}$ (12) $\frac{145}{1}$ 其餘皆略那大

與營養葉之別，孢子葉細裂，於其全面着生孢子囊 (第二九七圖 1)。在 *Todea* 之一屬，有營養孢子葉，孢子囊僅着生於其裏面，環帶位於囊頂之近傍 (同圖 2, a) 由排成數行之一羣細胞而成，其狀甚與 *Botryopteridaceae* 之環帶相似。試觀孢子囊之發育，胞原細胞雖多爲三角形 (如第二六四圖所示，爲小囊羊齒族之特徵)，然有時亦有爲四角形者 (如第二六五圖所示，爲眞囊羊齒族之特徵)，且孢子囊非由一個之細胞而成，其近傍之細胞，多少參加其造成。加之各囊內之胞



第二九八圖 苔蘚科(牧野) (1),(2),(3)圓扇苔(*Trichomanes parvulum*) (1)全形 (2)有囊堆之葉之一部 (3)縱切囊堆,以示孢子囊 (4),(5)細苔蘚(*Hymenophyllum polyanthos*) (4)全形 (5)有囊堆之葉之一部 (1),(4) $\frac{1}{1}$ 其餘放大

子數亦甚多，故嚴格而論，此科爲介於小囊及眞囊兩羊齒族之中間者，已如前所述矣。

(二) 裏白科 *Gleicheniaceae* 孢子囊生於葉之裏面。囊堆中孢子囊之配列之狀，與觀音座蓮科略似（第二九七圖 3，與第二七二圖比較），又與 *Botryopteridaceae* 之 *Corynepteris* 亦相似（參看第二六七圖）。孢子數甚多，大抵在 220 至 319 之間，多者達 600—800 之巨。此科與眞囊羊齒族相近，至爲明顯（第二九七圖 4, 5）。

(三) *Matoniaceae* 孢子囊之形態，酷似裏白科，但孢子數，則爲小囊羊齒族最普通所有數之六十四。囊堆上有包膜，故此科可稱爲有包膜之裏白科。世界中僅產一屬二種。

(四) 海金沙科 *Schizaeaceae* 孢子囊孤生，不成囊堆（第二九七圖 6，自系統上論之，亦可謂囊堆縮小至一個之孢子囊者也）。有包膜(i)，環帶生於孢子囊之頂部（同圖 7, 8），但此環之中央，有一至數個之普通之孢子囊細胞（同圖 8, x），故此種孢子囊，與裏白科者同型，其環帶可謂較之後者更近於頂部者矣。

(五) 苔蘚科 *Hymenophyllaceae* 包膜作倒鐘狀（第二九八圖，2, 3）或貝殼狀（同圖 5）。孢子囊縱裂或橫裂。又原葉體有作絲狀之特性（第二九三圖）。爲纖小之草本，多生育於潮濕之岩石、樹皮等之上，狀似蘚苔（第二九八圖，1, 4）。

(六) 柃櫟科 *Cyatheaceae* 囊堆由多數之囊而成，包膜或存或缺（第二九七圖 10, 11）。孢子囊橫裂，環帶完全而斜行（同圖 12），包含柃櫟屬 (*Cyathea*) 八字柃櫟屬 (*Alsophila*)（第二八〇圖，第二八一圖）等木生羊齒。

(七) 水蕨科 *Parkeriaceae* 孢子囊孤生（第二九七圖 9），環帶完全而斜行。

(八) 水龍骨科 *Polypodiaceae* 各囊堆由多數之孢子囊而成，包膜或存或缺。孢子囊橫裂，有柄，環帶不全，止於孢子囊基部之近傍（第二八九圖 2）。眞羊齒之大多數，皆屬於此科。包膜之有無，形狀，



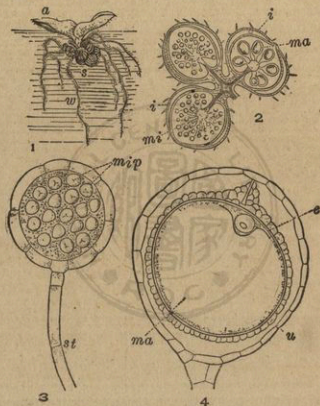
第二九九圖 水龍骨科之孢子囊 (1)倒掛草屬 (2)石長生屬 (3) *Lindsaya* (4)井口透草屬 (5)水龍骨屬 (6)石韋屬 (7)獅子頭草屬 (8)狗脊屬 (9)涪州骨碎補屬 (10)蛇腰草屬 (11)水扒楊屬 (12) *Elaphoglossum* (13)羊齒屬 (8), (6), (7), (8), (10), (11) $\frac{1}{1}$ 其餘 $\frac{2}{1}$

及囊堆之位置與形狀，皆爲此科中諸屬分類之要點也(第二九九圖)。

據古生植物學上之研究，真正羊齒中，以蕨科爲最古，其化石已見於太古代下層石炭紀，海金砂科及囊白科次之，其化石見於中層石炭紀，而現在地球上最繁茂之水龍骨科，至近古代第三紀，始行出現，故其爲系統史上最幼者，並無疑義。惟苔蘚科之化石，尙未發見。此科之植物體，極爲軟弱，即使曾生存於太古代，但能否變爲化石而殘存，頗屬可疑之事也。是故苔蘚科究爲原始的種類，抑因好生育於陰濕之地，故退化而變爲如此纖小之個體，尙未詳知。

(乙)水生羊齒^② (Hydropterides)

孢子有大小之二種，大孢子發生雌性原葉體，小孢子產生雄性原葉體。原葉體甚為退化，狀甚微小，終身居於孢子之內。孢子體為小草本，浮游於水上，或其莖蟠繞於土中者亦有之。此類包含槐葉蘋科及



第三〇〇圖(重出) 槐葉蘋之無性世代(Sachs, Sadebeck, Jurányi) (1)槐葉蘋之全形 (a)氣莖 (w)水葉 (s)孢子果 (2)三個孢子果之縱切 (i)包膜 (ma)大孢子囊 (mi)小孢子囊 (3)小孢子囊 (st)柄 (mip)小孢子 (4)大孢子囊 (map)大孢子 (e)外膜 (u)上膜

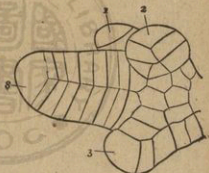
$$(1) \frac{1}{1} \quad (2) \frac{10}{1} \quad (3) \frac{80}{1} \quad (4) \frac{400}{1}$$

蘋科。此兩科之間雖有種種之異點，然其最顯著者，甲之囊堆，生於葉上，葉不變其形態，但在乙則形態大變，生成所謂孢子與營養葉之別是也。

(一)槐葉蘋科 *Salviniaceae* 爲浮游於水上小草本，含包槐葉蘋屬(*Salvinia*)及滿江紅屬(*Azolla*)。

孢子體 槐葉蘋及滿江紅二屬之孢子體，形態大異。槐葉蘋爲完全無根之植物，莖橫臥，自莖之各節，三個之葉，輪生於其上，各輪中之二葉上向，作卵形而浮於水上，其形狀與尋常之葉無異(第三〇〇圖1, a)是曰氣葉。其餘之一葉，沈入水中，作絲狀有細毛，外形如根，生理上之功能，亦與根同，是曰水葉(同圖 1, w)。

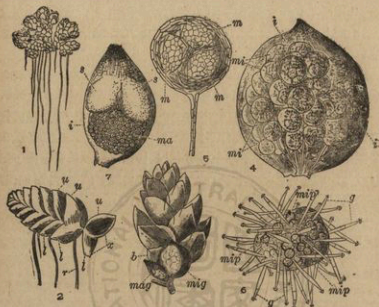
槐葉蘋之所謂水葉者，外形雖與根相彷彿，其實不外爲葉之變態，此自其發育觀之即明。即最初莖(第三〇一圖)之生長部之節上，同時發生三個輪生之短小之隆起(1)(2)(3)，其中(1)與(2)居背部，(3)在腹部。此等隆起之先端，各有一個大形之頂端細胞，與根之生長點異，無根冠，三個細胞之外形與構造，皆完全相同，此觀第三〇一圖即可明瞭。此(1)，(2)，(3)之三個隆起，最初之形狀與構造，雖如此一致，然其後(1)，(2)與(3)之發育法，則不同，(1)，(2)成爲氣葉，(3)則相反，漸次變成如根之形狀，遂成外形與根相似之水葉。由以上所述者考察之，



第三〇一圖 槐葉蘋營養體之生長點
(Pringsheim) (s)莖之始原 (1),
(2)氣葉之始原 (3)水葉之始原 $\frac{630}{1}$

(1)，(2)，(3)之三個隆起，在形態學上爲同源之器官，蓋至爲明顯，且水葉爲葉而非根，由其著生於莖之生長部之節，輪生，及無根冠等點，亦可分明矣。

滿江紅屬，外形略似鱗蘚族之植物，莖分歧而有鱗片狀之葉(第三〇二圖 1)。葉互生，於莖上排成二列，葉深裂爲上下二片(同圖 2, u, l)，上片浮於水上，行炭同化之作用，下片沈入水中，以爲吸水之用，最奇者，上片之葉，其內面必有大竇腔之存在，有小口與外界相通，竇



第三〇二圖 滿江紅(*Azolla Japonica*) (1)全形 (2)一部之側面觀，示葉分裂成上下(u,l)之二片，為明示此分裂之狀計，將(x)之葉，轉至右方(r)根。(3)同，有孢子果之一部 (4)葉 (mig)小孢子囊果 (mag)大孢子囊果 (4)小孢子囊果 (l)包膜 (mi)小孢子囊 (5)小孢子囊 (m)球狀體 (6)球狀體之一 (x)鉤狀毛 (mip)小孢子 (7)大孢子囊果 (ma)大孢子囊 (s)浮游體 (1) $\frac{1}{1}$ (2),(3)倍率大 (4),(7) $\frac{65}{1}$ (5) $\frac{100}{1}$ (6) $\frac{130}{1}$

腔之內，有分裂藻 *Anabaena* 生育於其間，與之營共生生活一事是也。另有真正之細根(同圖 2,r)，自莖發生，下垂於水中。

孢子囊有大小二種，大孢子囊僅含有一個之大孢子，小孢子囊則含多數之小孢子。大小孢子囊，各自集團而造成囊堆，各囊堆有包膜包圍之。包膜之形狀，略似苦蕒科中之苦蕒屬(*Hymenophyllum*) 之包膜，囊堆在槐葉蘋屬着生於水葉之基部(第三〇〇圖 1,s)，但在滿

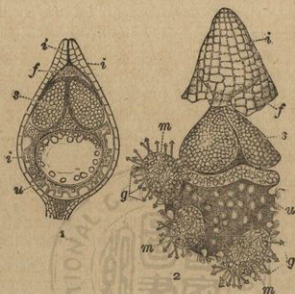
江紅屬則着生於自側枝發生之第一葉之下片(第三〇二圖 3, mig, mag)。槐葉蘋科之囊堆,如此為包膜所包圍,為果實之狀,故特稱曰**孢子果**。

在槐葉蘋屬,孢子果為球形有短小之柄(第三〇〇圖 1)。大小孢子果皆含有多數之孢子囊(同圖 2),大孢子囊較小孢子囊為大,其柄甚短。小孢子囊內,充滿泡沫狀之堅固物質,多數之小孢子,埋沒於此物質之內(同圖 3)。大孢子囊內,有一個之大孢子(同圖 4, map),大孢子之外,有褐色強固之外膜(同圖 4, e),其外更有一層所謂上膜(同圖 u)者之存在。膜內有少量之細胞質與核。孢子內貯有澱粉,脂肪及蛋白質等之養料。

今現大小孢子囊內孢子發生之狀況,最初兩者相同,先於孢子囊內發生八個孢子母細胞,各母細胞又分裂為四個細胞。在小孢子囊中,由此分裂而生之細胞,各變為孢子,反之,在大孢子囊,則此等細胞,皆破壞溶解,僅一個之孢子發達,吸收此由細胞溶解而生之物質,而成大孢子。

滿江紅屬之小孢子果,含有數個小孢子囊(第三〇二圖 4, mi),大孢子果則與此相反,僅有一個之大孢子囊(ma),為包膜所包被(同圖 7),外觀較小孢子果為小(同圖 3, mig)。小孢子囊內之物質,造成數個之團體,各團體(球狀體,同圖 5, m)中,有多數之小孢子,埋沒於其內(同圖 6, mip)。最特殊者,各球狀體有多數先端彎曲成鈎狀之毛即所謂**鈎狀毛**者之密生是也(同圖 6, g)。大孢子果(第三〇二圖 7, 第三〇三圖 1)之外部有包膜(i),包膜內有一個之大孢子及浮游體(s)。大孢子除外膜之外。尚有上膜(u)。浮游體者,狀如西洋梨,因含有空氣,故向來皆認為有使大孢子浮游於水上之用,但據Campbell之說,自大孢子之母體分離後,即沈於水底,故浮游體似無如此之作用云。

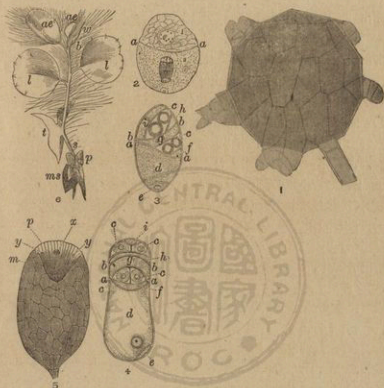
配偶體 槐葉蘋之小孢子,尚在孢子囊內時,即已發芽,及其變成原葉體後,以其壓力使孢子之膜壁及孢子囊裂開,原葉體始稍露出



第三〇三圖 滿江紅屬 *Asolla filiculoides* 之大孢子 (Strasburger) (1) 包膜尚存之大孢子之縱切面 (i) 包膜 (f) 大孢子囊膜壁之破片 (s) 浮游體 (u) 大孢子之上膜 (2) 同, 包膜既破, 成爲破片(i), 尚附着於大孢子之上部 (m) 球狀體 (g) 鉤狀毛 $\frac{75}{1}$

於囊外, 但並不完全脫離(第三〇四圖 1)。由小孢子生成之原葉體爲雄性, 極度退化, 體甚微小, 僅由數個細胞而成。即各原葉體(同圖 3, 4)由四個之營養細胞(i, g, d, e)與二個之藏精器構成, 各藏精器之構造, 亦頗簡單, 由一個之膜壁細胞(同圖 3, 4 中, 上部之藏精器爲 h, 下部之藏精器爲 f)與一個之中心細胞(c 及 c)構成, (g)之無性細胞, 介於兩藏精器之間。中心細胞分裂而變爲四個之精蟲母細胞, 由各母細胞, 發生一個精蟲, 故每個藏精器內, 應有四個精蟲, 而由每一原葉體, 僅生成八個精蟲而已。精蟲有多數之纖毛。

在滿江紅屬, 小孢子發芽之前, 孢子囊之膜壁, 業已朽腐, 故球狀



第三〇四圖 槐葉蕨之大小孢子發芽 (Pringsheim, Polajeff, 及保井)

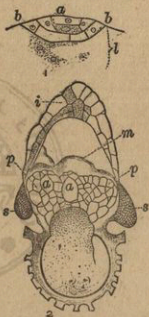
(1) 小孢子於囊內發芽，雄性原葉體露出於囊外之狀 (2), (3), (4) 雌性原葉體 (2) 小孢子由 (aa) 之隔膜分裂為 I, II 之兩細胞 II 之細胞，在分裂中 (3) 成熟之雌性原葉體之側面 (4) 同，腹面，(e)(d) 之兩細胞乃由 II 之細胞分裂而生者，(3), (4) 中其餘諸細胞，皆由來於 I (e) 根細胞 (d) 原葉體細胞 (i) 頂端細胞 (h)(f) 藏精器之膜壁細胞 (c) 及 (e) 中心細胞 (g) 無性細胞 (5) 大孢子發芽，雌性原葉體 (p) 稍出於囊外之狀 (m) 大孢子囊膜 (x)(y) 藏卵器 (6) 孢子體發生 (ms) 大孢子 (p, 原葉體 (s) 小柄 (t) 橢形葉(子葉) (l) 葉 (ae) 氣葉 (w) 水葉 (6) 芽

(1) $\frac{250}{1}$ (2) $\frac{900}{1}$ (3), (4) $\frac{640}{1}$ (5) $\frac{40}{1}$ (6) $\frac{20}{1}$

體浮出於水中，小孢子埋沒於球形體之內，即於其中發芽，生成雄性原葉體，其形態略似槐葉蘋屬之原葉體。由球狀體而生之鈎狀毛，當其游出之際，有附着於大孢子之功用(第三〇三圖 2)。是蓋不外於雌性原葉體接近於自大孢子所生之雌性原葉體之一種手段而已。

試觀滿江紅屬大孢子發芽之狀(第三〇五圖 1)，孢子先由(bb)之隔膜而分裂為上下之二細胞，下細胞大形，含有養料，其後毫無變化(同圖 1)，與此相反，上細胞甚小，其形態如 Lens，其中繼續行細胞分裂，由此發生雌性原葉體(同圖 2, p)，其後，此原葉體上發生藏卵器(a)時，大孢子之膜壁裂開，原葉體露出於其外，一如第三〇五圖 2 所示。惟終身與之結合，絕不分離。原葉體呈綠色，最初所生之藏卵器，經授精後，即生成胚，胚吸收下細胞內所有之養料，愈見發達，若此藏卵器未經受精，則將繼續發生數個之藏卵器。槐葉蘋屬大孢子之發芽，亦與此略同，原葉體(p)終身與大孢子結合(第三〇四圖 5)，生成(x)，(y)，(y)之三個藏卵器，其中僅一個藏卵器內之卵球發達成胚。胚有莖、葉及足。胚及由此而生之幼植物，最初以足與原葉體聯結，由此吸收養料，其情形與真羊齒同(同圖 6)。

(二)蘋科 Marsiliaceae 為通常生育於池沼之小草本，含有蘋屬(Marsilia)及 Pilularia 之二屬，蘋屬產於



第三〇五圖 滿江紅屬 *Azolla filiculoides* 之大孢子之發芽(Campbell) (1)發芽之最初期大孢子內容之上部 (bb) 為上下二細胞間之隔膜，上細胞成為原葉體 (a) 藏卵器之始原 (1) 貯藏養料之下細胞之一部 (2) 已生成原葉體之大孢子 (p) 原葉體 (a) 藏卵器 (m) 孢子囊之膜壁在發芽後殘存者 (s) 浮游體 (l) 氣環

(1) $\frac{220}{1}$ (2) $\frac{100}{1}$

歐亞二洲，*Pilularia* 則產於歐美，日本無其產。

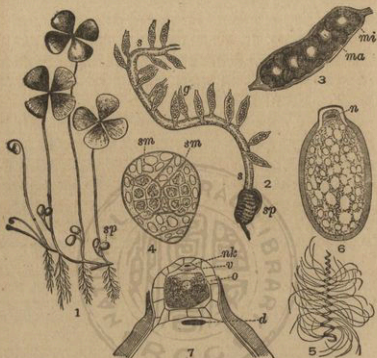
孢子體 兩屬之莖。皆作根莖狀（第三〇六圖 1，第三〇七圖 1）。蔓延於土壤內，自上面發生葉，下面生根。蘋屬之葉，係由四小葉而成之複葉，夜間各小葉向上摺合，行所謂睡眠運動，在幼稚時期，葉作渦卷狀，一如真羊齒之幼葉。

槐葉蘋科之有囊堆之葉，並不因此特別改變其形態（第四七八頁），然在蘋科，孢子葉之形態，與營養葉大異。例如在蘋屬，某某之葉，於葉柄之基部之近傍，分歧為二片，一片有尋常葉之形態，但另一片則大變其形狀，成為有短小之柄之豆狀體（第三〇六圖 1, sp），此中有多數之囊堆。*Pilularia* 之尋常葉，無真正之葉片，全體為線形，狀似葉柄。孢子葉為有極短之柄之球形體，位於尋常葉之基部，其中含有多數之囊堆（第三〇七圖 1, 2）。此等蘋科之孢子葉，名曰孢子果，其名雖與槐葉蘋科之孢子果同，實則在形態學上，兩者大異，後者之所謂孢子果者，不過囊堆為包膜所覆蔽，成果實狀而已，孢子葉毫未參與（第四七九頁）。反之，前者之孢子果，乃極端變形之孢子葉，包圍於以包膜覆蔽之二至多數之囊堆之外而成果實狀者也。

蘋屬之孢子果，其皮膜頗為堅固，雖置之於水中至久，亦無自行裂開之事，然苟傷其皮之一部，則果內之粘液質，吸水而急行膨脹，長蠕蟲形體，乃自果內脫出（第三〇六圖 2），此體由粘液質而成，多數之囊堆囊（g），着生於其兩側。各囊堆囊，由囊狀之包膜（同圖 3）而成，大小孢子囊雜生於其中。各大孢子囊中，有一個大孢子，而各小孢子囊中有多數之小孢子，與槐葉蘋科無異。

Pilularia 之孢子果，其皮膜亦甚堅硬，果內有二至四個之囊堆（第三〇七圖 2）。各囊堆皆有包膜，其中大小孢子囊雜生之狀與蘋屬同。

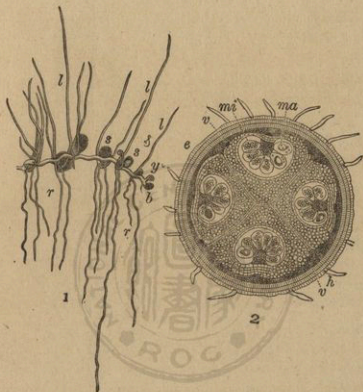
配偶體 蘋科之小孢子之發芽法，較之槐葉蘋科，大異其趣。即在後者，小孢子內雄性原葉體之生成時，由其生長壓力，突破孢子之膜壁及孢子囊，而略露出於囊外，如前（第四八二頁）所述，反之在蘋



第三〇六圖 蕺菜屬(Wettstein, Hanstein, Belajoffi Campbell) (1),(4)
蕺菜(*Marsilia quadrifolia*) (2),(3) *M. Salvadoris* (5),(6),(7) *M.*
vestita (1)全形 (sp)孢子果 (2)蠅虫形之體自孢子果脫出之狀 (s)粘液
質 (g)囊堆囊 (3)囊堆囊 (mi)小孢子囊 (ma)大孢子囊 (4)小孢子之
發芽 (sm)精蟲母細胞 (5)精蟲 (6)大孢子之發芽 (n)核 (7)已發芽之
大孢子之上部 (nk)頸溝細胞 (v)腹溝細胞 (o)卵球 (d)核之已破壞者

(1) $\frac{1}{2}$ (2) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{10}{1}$ (4) $\frac{320}{1}$ (5) $\frac{900}{1}$ (6) $\frac{60}{1}$ (7) $\frac{350}{1}$

科，雄性原葉體，雖發生於小孢子內，然毫不生長，亦不露出於其外。此等雄性原葉體(第三〇六圖 4)由六個營養細胞與二個之藏精器而成，而各藏精器則由一個之膜壁細胞與一個之中心細胞而成。中心細胞，其後分裂變為十六個之精蟲母細胞(圖中僅見六個)，由各細胞



第三〇七圖 *Pilularia globulifera* (Sachs) (1)全形 (r)根
 (l)葉 (y)幼葉 (b)芽 (s)孢子果 (2)孢子果之切面，有四個囊堆
 (mi)小孢子囊 (ma)大孢子囊 (v)維管束 (h)毛 (e)表皮

(1) $\frac{1}{1}$ (2)略放大

生成一個之精蟲。蘋屬之精蟲，其體頗多螺旋狀之旋卷，頗似拔塞器（同圖 5）。

大孢子之發芽，與槐葉蘋科相類。即其細胞之內容，先分裂為大小二部（同圖 6），上部之細胞甚小，其後由此發生雌性原葉體（同圖 7），下部（同圖 6）之細胞較大，內藏多量之養料。大孢子裂開，原葉體

露出若干於其外時(同圖 7),乃在其上發生藏卵器,授精終了後,即生成胚。胚之養料,仰給於下細胞,愈行發育。

蘋屬之一種曰 *Marsilia Drummondii* 者,行單爲生殖,其卵球之一半,不經授精,而發生胚云。⑤

水生羊齒與眞羊齒相比較時,有二個顯著之差異。第一,水生羊齒有大小二種之孢子,自大者發生雌性原葉體,自小者發生雄性原葉體。第二,水生羊齒之原葉體,無論雌雄,皆甚退化,由少數之細胞而成,體甚微小,且終身不與孢子分離等是也。

第二 木賊類⑥ Equisetales)

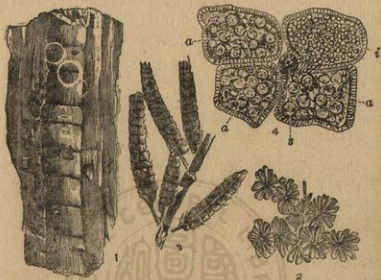
木賊類之葉,甚微細,輪生,即幼稚者亦不作渦卷狀。每葉着生多數之孢子囊,葉因此改變其形態,成所謂孢子葉,孢子葉集團而造成孢子葉托,即所謂花者。花長形(圓錐體)。孢子囊由其發育上考察之,常發源於一個之表皮細胞。孢子有大小之別者有之,無大小之別者亦有之。

(一)化石木賊族(Calamariales)

化石木賊族之植物,蕃植於太



第三〇八圖 *Calamites Carinatus* 之復原圖 (Hirmer)



第三〇九圖 化石木賊科(Stur, Williamson & Scott) (1) *Calamites alternans* 莖之破片之化石 (2) 枝, 有輪生葉之枝之破片 (3) 花(圓錐體) 有 *Bruckmannia polystachya* 之名 (4) *Calamites Binneyana* 之花之橫切面 (a) 大孢子 (i) 小孢子 (s) 柄 (1), (2), (3) 縮小 (4) 膨大

古代石炭紀, 盛達極點, 至二疊紀, 則完全絕滅。皆為偉大之喬木, 高達 10-12 M.

此族中之化石木賊科(Calamariaceae)(第三〇八圖), 幹分枝, 其枝輪生, 幹上有明顯之節間。節間之表面, 有縱走之隆起線(第三〇九圖 1), 幹之中心, 有髓, 且有形成層, 能行第二期之肥大生長。葉輪生, 不分裂(同圖 2), 幼稚之時, 基部相合而為鞘狀。花大抵由孢子葉與營養葉之雜生而構成之(第三一〇圖), 形長如穗(參看第三〇九圖 3), 有長及 30cm. 者。各孢子葉往往為橢形, 孢子有大小兩種(同圖 4)。

原生化石木賊科 Pratoalamariaceae 其形態雖與化石木賊

科甚相類似，然後者之葉，並不分歧，而此科之葉，則分歧為叉狀。此為此科近似於楔葉族(第四九五頁)之一要點也。原生化石木賊科之花，尚未發見，故孢子有無大小之別，亦未分明。

(二) 真木賊族(Equisetales)

此族有木賊科 Equisetaceae。

孢子體 孢子體分地上部與地下部。

地下部為根莖，能越年，地上部由此發生，一年即枯死。莖之節間甚長(第三一一圖1, 2)，各節間甚易分離，外面有縱走之隆起線。隆起線與隆起線之間有凹溝。相隣接之兩節間，隆起線與凹溝相對。莖中空，即中心有一大竅腔(髓腔，第三一二圖，m)周邊有多數之竅腔(谷腔，與莖面之凹溝相當，故有此名，同圖 v)，排列成環狀。谷腔之內側，有並生維管束，亦排列為環狀，各維管束間，有粗髓線，以此相隔。各管束內，亦有一個之竅腔。又有如第三一二圖 1, 2 所示，

排列成環狀之維管束之周圍，有共通之內皮層(c)者，此中心柱與在裸子植物或被子植物中雙子葉類之莖所見者同一，可認為一種之管狀中心柱。但有特稱為真中心柱者。又在他種，如第三一二圖 3, 4 所示，維管束之外，不但有內皮層(c)，其內部尚有第二之內皮層(e)。又在另一種類，如該圖 5, 6 所示，無共通之內皮層，各維管束之周圍，有特別內皮層(b)之存在，成多柱之狀。如此同一屬之各種，竟有如此不同之構造，實頗屬稀奇之事，其實上述三種之構造，其間似無顯著之異點。例如此屬中之某種(問荊 *Equisetum arvense*，犬問荊 *E.*

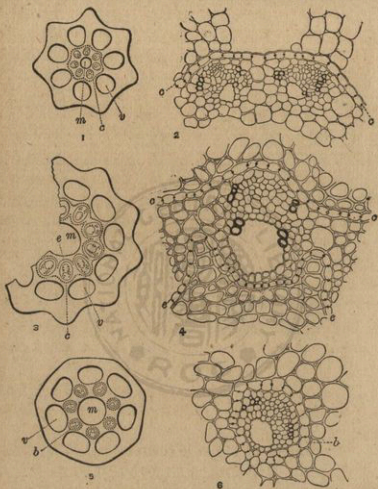


第三一〇圖 *Palaeostachya* 之花之縱切(Renault) (v) 營養葉 (s) 孢子囊 (i) 橢形之葉柄 (a) 花軸 廓大



第三一圖 問荆 *Equisetum arvense* (Schenk) (1)營養莖之一部 (2)有花之莖之一部 (p)花葇 (3)孢子囊 (4)同,已裂開者 (5)孢子 (e)彈絲 (1),(2) $\frac{1}{1}$ (3),(4),(5)放大

palustre), 其根莖雖有如上述之多柱, 地上莖則有真中心柱。其他種類(木賊 *E. hyemale*, 節節菜, *E. ramosissimum*), 根莖有多柱, 地上莖則有內外兩種之共通內皮層。又在其他之某種, 僅在莖之節部,



第三一二圖 木賊屬莖之橫切面(Pfitzer) (1),(2)夫間刺 (*E. palustre*)
 (3),(4) *E. sylvaticum* (5),(6) *E. litorale* (m)髓腔 (v)谷腔
 (c)在維管束外圍之共通內皮層 (e)同,在內部者 (b)包圍各維管束之內
 皮層 在(1),(2),(3)內皮層以點線示之,各 $\frac{26}{1}$ (2),(5),(6) $\frac{160}{1}$

有內部之共通內皮層之發達，其餘部分，則完全無之。要之在同一個體中，中心柱之狀態，竟不定如此，由此觀之，在此屬，以上之三種構造，皆屬於單柱，其間之差異，蓋係後生的發生者，在系統上並無重大之意義者也。

葉輪生於各節，發育極不完全，葉綠甚稀，故炭同化作用，主由莖司之。輪生葉相合而為鞘狀（第三一一圖 1, 2），其上部未相合之部分，為三角形之鋸齒狀，上節葉鞘之鋸齒與下節葉鞘之鋸齒，互相交錯。莖分歧時，枝自葉鞘之二鋸齒間出發，且此等枝亦輪生與葉同。

在木賊科相隣接之兩節間之隆起線，凹溝及葉鞘之鋸齒互相交錯之狀態，為此科之特徵，為此科與楔葉族（第四九五頁）區別之要點也。

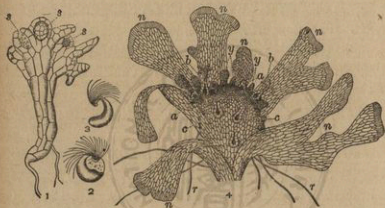
莖與葉之表皮細胞，有矽酸化合物之堆積，表面粗糙，其中以木賊為最顯著之一例。

孢子葉為六角形之盾狀（第三一一圖 3, 4），下面有柄，以柄圍集著生於中軸之周圍，造成花（同圖 2）。花為長圓筒形，外形與穗狀花序相似，但非花序而為一個之花。花生於普通之莖或枝之頂部（例如木賊），或特生有花之莖。此等有花之莖，無葉綠，無枝，其體軟弱，孢子散出後，未幾即行枯死（例如問荊，第三一一圖 2）。

花軸除營養葉之外，尚有大小、形態與此不同之葉，此等葉相合而為鞘狀（第三一一圖 2 p），是殆與被子植物之普通之高出葉或花被相當之物歟。

各孢子葉有五至十二之孢子囊，着生於其裏面（同圖 3）。孢子囊為囊狀，成熟時則裂開（同圖 4），散出孢子。孢子綠色，有二條之絲（即所謂彈絲，同圖 5）。彈絲在乾燥時開伸，濕則捲縮，關於其作用，共有二說。據第一說，孢子相互間之團結，因彈絲之運動而弛緩，有助孢子散布之用。第二說則完全相反，謂孢子由彈絲而互相連結，防其分散，俾能於近處發芽。蓋木賊科之原葉體為雌雄異體，故若相離甚遠，則難以授精云。木賊科之孢子，成熟後僅數日，即失去其發芽力。

配偶體 孢子之大小雖盡相同，然由此發生之原葉體，則有雌雄之別。原葉體稍大，其中雌較雄為大（第三—三圖，1, 4）。皆含葉綠素，分枝作葉狀，由孢子分離而營獨立之生活，與真羊齒之原葉體無異。藏精器及藏卵器之形狀，略與後者一致。精蟲較真羊齒之精蟲略大，先端捲成螺旋狀，有多數之纖毛。（同圖 2, 3）。



第三—三圖 問荆之配偶體(Hofmeister, Sadebeck) (1)雄性原葉體 (s)藏精器 (2), (3)精蟲 (2)尚未脫離其所有之囊 (4)雌性原葉體 (n)無性之葉狀片 (y)同, 幼稚者 (a)藏卵器之在發育中者 (b)已充分發育者 (c)已老成者, 但未授精 (r)假根

$$(1) \frac{200}{1} \quad (2), (3) \frac{740}{1} \quad (4) \frac{20}{1}$$

木賊科有木賊屬，其種類僅三十許，產於世界各處，多生育於濕地，皆為短小之草本，唯巴西智利等國所產之大問荆(*E. giganteum*)。其莖之高，達 12 M.，但直徑僅 0.5—2 cm，故介在於其他之植物間，始得直立云。●

現時之木賊科，如以上所述，大抵為短小之植物，然在地質時代，其為喬木狀者，似非少數。其最大者，生存於三疊紀及侏羅紀，直徑達 20cm。至白堊紀及第三紀，木賊科之大小。漸近於現時之種類矣。

總之，木賊科在中古代，達繁盛之極致，至後，始漸次消滅，現在生存之三十餘之微小之種類，蓋為昔極其盛旺之木賊科之遺種也。

真木賊族與化石木賊族，形態酷似，徵於以上所述，可知矣。兩者之間，有系統上之親緣關係，蓋無疑也。

第三 楔葉類 (Sphenophyllales⁸)

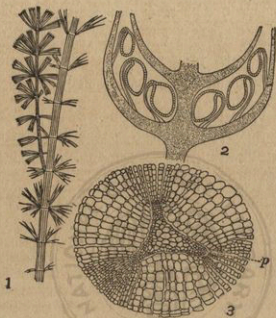
楔葉類為草本，營養葉或甚發達，或發達甚劣，僅不過為鱗片狀而已。其發達佳良者，有時輪生，孢子葉往往集團而成穗狀之花，即圓錐體。孢子囊有柄或無柄，生於孢子葉之上，有一至數室。莖有原生中心柱(或放射中心柱)。

(一) 楔葉族⁹ (Sphenophyllineae)

楔葉族為生育於石炭紀及三疊紀之植物，現時已絕滅，僅留其化石而已。吾人所知者，僅其孢子體，孢子體為微細之草木，其細長之莖分枝，有明瞭之節間(第三一四圖 1)，且有形成組織，能行第二期之肥大生長，甚為明顯。莖之表面，有縱走之隆起線，頗似木賊類，但各節間之隆起線，與次節間之隆起線，不相交錯，卻成為一直線。葉輪生，生輪內之葉，與次節之葉，亦不相交錯，卻與之重疊，形狀為楔形，有全邊者及分枝作叉狀者。葉脈常分枝作叉狀。孢子葉變成穗狀之花，居莖之頂部。若橫斷而觀之，孢子囊有軸，軸往往作丁字形(第三一五圖 t)，有一至數個下垂之孢子囊(在第三一四圖 2)，各柄僅有一個之孢子囊，但在第三一五圖，因軸作丁字形，故具二個之孢子囊(sp)。通常有苞，孢子囊居其上(第三一四圖 2)。孢子有大小之別，

在 *Sphenophyllum fertile*，孢子葉先分裂為上下之二片(第三一五圖 2, x, y)，各裂片由上部作丁字形之四條之柄而成(同圖 1, s)，各柄皆生二個之孢子囊(同圖 2, sp)。故各孢子葉共計由八個之柄與十六個之孢子囊而成(可比較第三一五圖 1 與 2)。

試觀莖之解剖的構造，其中有原生中心柱，無髓，中心部有三角形之初生木部(第三一四圖 3, p) (或謂之為三放射之放射中心柱，

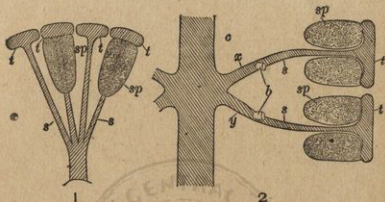


第三一四圖 楔葉族第一 (Zeiller, Práncić, Williamson & Scott) (1) *Sphenophyllum cuneifolium* 之枝之一部
 (2) 同, 花之縱切模式圖, 各苞之上面有三個有柄之孢子囊
 (3) *S. plurifolium* 莖之橫切面, 僅示其木部 (P) 爲初生木部 (三角形者), 其周圍之部分爲後生木部。

亦可), 其周圍有後生木部。木部由假導管或導管而成。

一般雖咸認楔葉族爲水草, 然因其莖之維管束中之木部發達頗佳, 故有否認其爲水草之學者焉。

楔葉族之莖葉之形態, 頗與木賊族相符合, 尤以孢子囊往往着生於丁字形之柄上之一點爲然。但其莖之各節間之隆起線, 不與次節間之隆起線相交錯, 卻成爲一直線, 及各輪內之葉, 不與次節之葉相交錯而相疊等項, 爲相異之要點云。



第三一五圖 槲蕨族第二(Scott) (1) *Sphenophyllum fertile* 之孢子葉橫切模式圖 孢子葉之上下兩裂片中，各分爲四瓣之孢子囊柄(s)，各柄皆作丁字形(t)，丁字形部，着生二個之孢子囊(sp)，但因此圖爲橫切面，故僅見一個之孢子囊(2)圖，有孢子葉之縱切模式圖(c)中軸，由此起發之孢子葉，分成上下二裂片(x, y)，各裂片分爲四瓣之孢子囊柄(s)即其一，(b)爲另一柄之分枝點，因此圖係縱切，其餘二柄，完全不見，須與(1)作比較，丁字形部(t)，可見二個之孢子囊(sp)

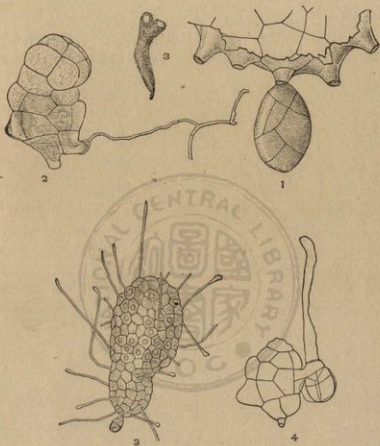
(二) 松葉蕨族 (Psilotineae)

孢子體 松葉蕨族之孢子體，生育於富於有機物之土壤，或其他之植物體上，無根，但有根莖，蠕蠕於地下，由此發生毛茸，以爲根之用(第三一六圖 4)。地下莖甚長，分枝作叉狀。營養葉或甚發達(同圖 5)，或作鱗片狀(同圖 1)。孢子葉大抵生於枝之上部，但不造成花。苞通常分爲二片，在其上面，着生一個之孢子囊(同圖 2, 3, 6)。在松葉蕨屬 (*Psilotum*)，孢子囊有短柄，然而 *Tmesipteris* 之孢子囊，一般無柄，居苞之上面，有二至三室，(同圖 6)，但有時亦有發生長柄者。孢子以十字形分裂法(第二七〇頁)由母細胞發生，成熟後作腎臟形。



第三一六圖 松葉蘭科 (Wettstein 及原圖) (1) (2), (3), (4)
 松葉蘭 (*Psilotum triquetrum* = *P. nudum*) (1) 爲懸垂生活
 之枝之一部 (2) 孢子囊, 着生於二裂之葉腋 (3) 同, 橫切以示
 囊內之三室 (4) 根莖 (5), (6) *Tmesipteris tannensis* 之枝
 之一部 (6) 孢子囊 (1), (4), (5) $\frac{1}{1}$ 其餘放大

孢子體有由營養生殖而蕃殖之力。即分離其地下莖之一部，即可生成新植物。其最著者爲松葉蘭之由根毛狀之毛而產生珠芽是也。即(第三一七圖)先由地下莖上所生根毛之先端，膨大而成珠芽(同圖1)，未幾地中之菌類之菌絲，侵入其組織內而成長，與之共生，造成一種所謂菌根(同圖2)，其後自珠芽之緣邊細胞，生成幼植物(同圖3)，此植物全體爲薄壁組織狀之物，及成長後，變爲卵形，帶黃色，有根毛

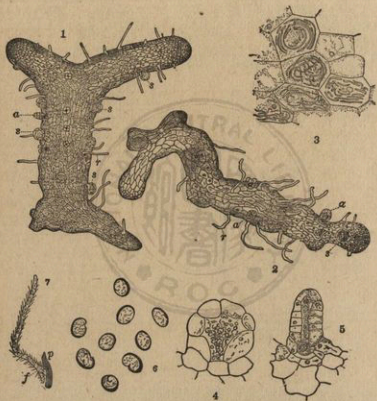


第三一七圖 松葉蘭之營養生殖(S-lms-Laubach) (1)由
根毛發生珠芽之狀 (2)菌絲伸入珠芽組織之處 (3)由珠
芽發生幼植物 (4)同,下之小體為珠芽 (5)生長而成爲棍
棒狀之幼植物 (1) $\frac{160}{1}$ (2),(3) $\frac{300}{2}$ (5) $\frac{115}{1}$ (4)膨大

掩蔽於其上。生成此植物之珠芽，尙永久與之結合而存在（同圖 4）。此後，此幼植物成爲 2-3mm. 之棍棒狀之物（同圖 5），遂成一個獨

立之松葉蘭矣。

若觀其莖之解剖的構造，則可見原生中心柱。即中心無髓，有三角形之初生木部，雖缺少形成層，然老成之莖，初生木部之周圍，有僅



第三一八圖 松葉蘭科之原葉體 (Lawson, Holloway)

(1) *Tmesipteris tannensis* 之原葉體 (2) 松葉蘭之原葉體 (3) 同，有菌絲之細胞 (4) 同，藏精器 (5) 同，藏卵器 (6) 同，精蟲 (7) *Tmesipteris* 之幼孢子體 (a) 藏卵器 (s) 藏精器 (r) 假根 (p) 原葉體 (f) 足

(1), (2) $\frac{25}{1}$ (3), (4), (5) $\frac{145}{1}$ (6) $\frac{900}{1}$ (7) $\frac{3}{1}$

少之後生木部，莖之構造，恰如第三一四圖 3 所示之楔葉族之莖。

配偶體 松葉蘭族之配偶體，在現存羊齒植物羣中，久為唯一之存在不明者，Darneil Smith, Lawson, Holloway 等發見之於濠洲及新西蘭，且闡明其形狀及構造等。^⑥此等原葉體，大小種種不一，小者僅 1mm. 大者達 18mm. 皆埋沒於地下，無葉綠素。其細胞內有菌絲之存在，此雖與石松科同(第三一八圖 3)，但以無生殖部與營養部之區別，故與此異(參考第五〇五頁)。其形狀為不規則之圓柱，往往分枝(第三一八圖 1 及 2)，有假根(r)，又有數個之藏卵器(a)及藏精器(s)，散在於其上。精蟲有多數之纖毛(同圖 6)。原葉體上所生之幼孢子體，無根無葉，以足(f)着生於原葉體(p)(同圖 7)。

松葉蘭族有松葉蘭科 (Psilotaceae)。其中 *Tmesipteris* 之孢子囊二室 葉甚發達(第三一六圖, 5, 6)。松葉蘭屬 (*Psilotum*) 之孢子囊三室(同圖 1-4)，葉作鱗片狀。皆為熱帶、亞熱帶所產之草本，生育於木生羊齒之莖等富於有機物之處。根莖之細胞中有菌絲，與之共生。

第四 石松類 (Lycopodiales)

石松類之葉，比較的微細，多作鱗片狀，雖在幼稚時，亦不作渦捲狀。莖分枝為叉狀。每葉着生一個之孢子囊，孢子葉團集而造成花。花着生於莖之頂部。精蟲除一族(水韭族)外皆有二條之纖毛。胚有所謂胚柄。

石松類之分類如次。

(甲)同子石松類 孢子無大小之別。

(一)石松族

(乙)異子石松類 孢子有大小二種。

(二)卷柏族

(三)鱗木族

(四)水韭族

(一)石松族[⊙] (Lycopodiineae)

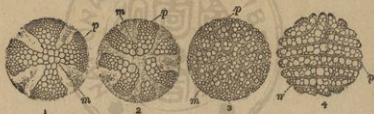
孢子體 莖長，分枝爲叉狀，往往有地上部與地下部之分。地上部直立，地下部橫臥作根莖狀，生根，根亦分枝爲叉狀，其法與莖同（第三一九圖 1）。若觀莖之解剖的構造，其最簡單者，有四放射之放



第三一九圖 石松科之無性世代 (原圖及 Wettstein, Pritzel) (1), (2), (3), (4) 石松 (*Lycopodium clavatum*) (1) 有花之植物全形 (2) 自上方觀孢子葉，有一孢子囊 (3), (4) 孢子 (5) 山芝 (*L. serratum*) (6) 同，龐大其花 (8) 孢子囊 (1) 爲明示其內面之孢子囊計，除去其上部之葉 (7) 水杉 (*L. cernuum*) (8) (9) *Phylloglossum Drummondii* (8) 有花之植物全形 (r) 根 (t) 老成之塊莖 (y) 幼稚之塊莖 (9) 孢子葉，自上方觀之，有一孢子囊

(1), (5), (7) $\frac{1}{1}$ (2), (3), (4) 龐大 (6) $\frac{10}{1}$ (8) $\frac{3}{2}$ (9) $\frac{12}{1}$

射中心柱(第三二〇圖 1),故與種子植物之根同。木部向外彎曲(同圖 2)。又篩部與木部,在中心柱之橫切面上,為平等之分布,點點散在者亦有之(同圖 3),或木部與篩部互相平行而排列者亦有之(同圖 4)。今若檢視各維管束之木部,則可見緣邊有口徑甚小之假導管羣(同圖 1,2,3,4,p),是為原成木部。又中央有口徑較大之假導管羣(同圖 m),是為後成木部。要之,石松屬有放射中心柱,維管束為外位束,實為有最原始的構造者也。葉甚微細,作鱗片狀或作針狀。孢子葉之形狀與營養葉無多差異,大抵特圍集而造成圓錐體(第三一九圖 1,5,7,8)。孢子囊大形,每個孢子葉之上而,着生一個,為腎臟形,橫向裂開(同圖 2,9)。孢子之外膜,有網狀等之斑紋,其形狀一面為球狀,一面為三角體狀(同圖 3,4)。



第三二〇圖 石松屬莖之橫切面示中心柱 (Pritzol) (1)山芝 (*L. serratum*) (2)杉蔓 (*L. annotinum*) (3)水杉 (*L. cernuum*) (4) *L. volubile* (p)原成木部 (m)後成木部

(1) (2), (3)中有點之部分為篩部 $\frac{30}{1}$

配偶體 關於石松族之原葉體,吾人之知識,原極微小,但自 Treub 關於熱帶產之石松屬,及 Bruchmann 關於歐洲產之種類之研究發見發表以來,今日吾人遂得詳知此族原葉體之構造及發育矣。^①

原葉體之形態,不如真羊齒之為扁平,常為立體形。即或為蕪菁之狀(長蔓石松 *L. complanatum*, 第三二一圖 2),或為蠕蟲之狀(小杉蘭, *L. Selago*, 同圖 1),或略形扁平而為不規則之狀(杉蔓,



第三二圖 石松科之有性世代及無性世代(Bruchmann)

- (1)小杉蘭(*L. Selago*)之原葉體 (2)由長蔓石松(*L. Complanatum*)
 之原葉體發生無性世代者 (g)地面 (r)根 (3)同,原葉體縱切 (a)藏
 卵器 (s)藏精器 (m)分生組織 (e)中心層 (k)皮層 (l)維管層
 (4)杉蔓(*L. annotinum*) (p)原葉體 (5)石松之精蟲 (1) $\frac{3}{1}$
 (2)-(4) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{20}{1}$ (6) $\frac{550}{1}$

L. annotinum, 同圖 4), 皆較爲大形, 例如小杉蘭之原葉體, 長達 0.5 cm, 杉蔓之原葉體, 直徑達 1cm. 等是也。

杉蔓及長蔓石松之原葉體, 完全埋沒於地下(同圖 2, 4, 圖中(g)表示地面線), 故不含葉綠素。小杉蘭之原葉體, 通常生育於地下, 雖爲無色之物, 然有時露出於地上, 則着生綠色。木杉(*L. cornum*)之原葉體, 其上部露出於地上者爲綠色, 下部則在地下, 故無色。各種之原葉體, 某某細胞中, 皆有菌絲, 與之營共生之生活。

長蔓石松之原葉體之構造, 擬述於次, 讀者可由此而知石松族原葉體之構造之一斑焉。此原葉體(同圖 3)爲蕪菁之狀, 其體之上部,

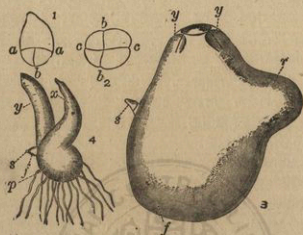
有縱入之處，分爲上下二部分，上部小形，爲生殖部，下部大形，爲營養部。此兩部之中間，有分裂組織（同圖 m），司兩部之生長。營養部之最外層爲表皮，由此發生根毛，次爲皮層（k），其內方有柵欄層（l）。柵欄層爲長形細胞並立成一列之組織，在生理上爲強固組織。皮層之全部及柵欄層之一部皆有菌絲。中心有由薄壁組織而成之中心層（c），在生理上爲養料之貯藏所。生殖部中，上方有藏卵器（a）及藏精器（b），其構造雖與真羊齒者同，然藏卵器有 6—10 個之頸溝細胞。精蟲（同圖 5）有二條之纖毛。

如以上所述，石松屬之原葉體，體中組織之分化，頗爲進步，如真羊齒之扁平原葉體等非可與之比擬者也。

授精後卵子分裂之方法，與羊齒類及木賊類大異其趣。卵子先由（aa）之膜分裂爲上下二細胞，上細胞其後不再分裂，伸長而變成所謂胚柄，反之下細胞（第三二二圖 1）連續行細胞分裂，生成莖、葉、根及足（同圖 3）。石松等之足，頗爲大形，以此爲自原葉體吸收養料之用（同圖 3, f）。但在其他之種類（例如水杉），其足甚小，不能久行其作用（同圖 4, f）。自卵子先生一微細而毫無器官及組織之分化之細胞塊，此細胞塊超出原葉體之外，生長而爲一種塊莖狀之體，是即所謂原塊體（同圖 4, p），原塊體發生根毛，體中又有菌絲，與之營共生生生活。有根、莖、葉之幼植物，其後始自此原塊體發生者也。故在此際，孢子體由原塊體及具有根、莖、葉之普通營養體之二部而成，頗與蕨類之配偶體，由原絲體及普通營養體之二部而成者略似。

石松族之原塊體，最初由 Treub 發見之物。Treub 以此爲非莖非根之一種特別之器官，Goebel 則以此爲肥大而成塊莖狀之胚軸，Velenovsky 則認爲肥大之根云。原塊體上所生之葉（第三二二圖 4, x, y）爲線狀，與其後成熟營養體上所生之尋常葉（第三一九圖 7）形狀大異，故名此葉曰原生葉。

石松族有石松科 *Lycopodiaceae*，爲草本，包含石松屬（*Lycopodium*）（第三一九圖 1, 5, 7）及 *Phylloglossum*（同圖 8）之二屬。前者種類甚多，世界各處皆產之。後者僅有一種，高度在 5cm. 以下，



第三二二圖 石松科孢子之發育 (Bruchmann, Treib) (1), (2) 石松孢子分裂之初期 (aa) 膜壁之上之細胞, 成爲胚柄, 下方之細胞, 其後發生 (bb) 及 (cc) 之二膜壁, 但 (1) 爲側面觀, (2) 則以其橫軸爲軸, 迴轉四十五度後之景 (3) 同, 胚 (f) 肥大之足 (r) 根 (y) 初生葉 (s) 胚柄 (4) 由水杉之厚塊體 (p) 發生幼植物之狀 (x) (y) 原生葉

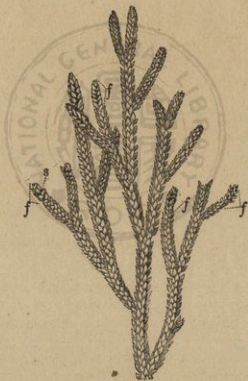
$$(1), (2) \frac{150}{1} \quad (3) \frac{52}{1} \quad (4) \frac{35}{1}$$

爲有僅少之根, 僅少之線狀葉, 及大抵二個塊莖之小草本, 產於濠洲等處。

Phylloglossum (僅三一九圖 8) 之形狀, 略與水杉之胚期相似 (第三二二圖 4), 塊莖與其原生體, 營養葉與其原生葉相當。胚期之水杉, 其後發生變化, 具有分枝之莖, 發生與原生葉完全不同之鱗片葉。反之, 此屬則終生保持此類似水杉胚期之形態而不變。據 Thomas 之研究, 此屬之原葉體爲圓筒狀, 略似長莖石松之原葉體, 然觀其解剖的構造, 無如後者之細胞的分化, 由完全一樣之圓形及多角形之細胞而成。故此屬之有性及無性時代, 皆爲極簡單之物, 在石松科中, 可謂最原始的植物者也。

(二) 卷柏族 (Selaginellinae)

孢子體 莖大抵具腹背性，或直立(例如卷柏 *Selaginella involvens*，第三二五圖)或蠕蠕於地上(例如立地柏 *S. Savatieri*，第三二五圖 1)，或同屬一種而有直立與橫臥兩樣之莖者。分枝或成叉狀或由於單軸法。或莖之蠕蠕於地上者，往往自莖發生不定根。此等最初未能充分發育，其後莖之有不定根之部分，向下方延伸，到達地面時，根(r)始完全發達(第三二五圖 1)。此莖曰根柄(rh)，為支持蠕蠕莖於空中之用者也。莖之解剖的構造，頗為特殊，有表皮(e)與皮層

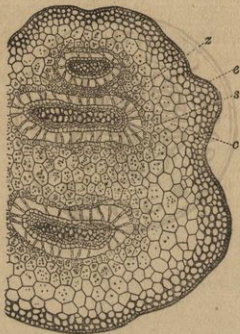


第三二五圖 卷柏科無性世代第一

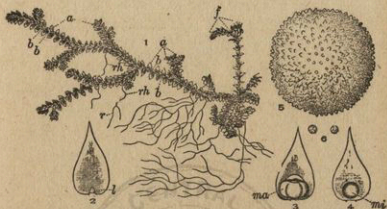
卷柏 (f)花 (s)孢子囊 $\frac{1}{1}$

(c), 中心柱(z)與皮層之間, 有空隙(s)之存在, 此處有絲狀組織(稱曰網架組織, 第三二四圖)。中心柱如此圖所示, 爲原生型, 亦有管狀型者, 種種不一。

葉較小, 其數甚多, 且不分裂。大抵在莖上並立爲四列, 葉有大小之別, 在莖之上面之二列之葉(第三二五圖 1 b) 爲小形, 側面或下面所有二列之葉則爲大形。葉之內面之基部, 必有微細之鱗片狀之附屬器官, 是曰小舌(同圖 2, l), 爲卷柏科、鱗木科及水韭科之特徵。



第三二四圖 卷柏科之無性世代第二(Sachs)
Selaginella ina equifolia 之莖橫切 (c)表面
(z)中心柱 (s)皮層與中心柱間之
空隙 廓大

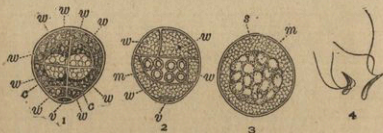


第三二五圖 卷柏科之無性世代第三 立地柏 (1)全形 (a) 在莖之下面之葉(大) (b)在莖之上面之葉(小) (f)花 (rh) 根柄 (r)根 (2)葉之內面 (1)小舌 (3)大孢子葉 (ma)大孢子囊 (4)小孢子葉 (mi)小孢子囊 (5)大孢子 (6)小孢子

$$(1) \frac{1}{1} \quad (2), (3), (4) \frac{14}{1} \quad (5), (6) \frac{60}{1}$$

孢子葉之形態，與營養葉無異，惟團集於莖之頂部，造成圓錐體。大小孢子囊，形狀略異，着生於同一之花內。自其發育上觀之，二種孢子葉，皆發源於數個之表皮細胞。小孢子囊中有多數之小孢子（第三二五圖 4, 6），大孢子囊中，有四個之大孢子（同圖 3, 5）。檢查孢子之發育，最初，大小孢子，皆難區別，二者皆發源於一個之胞原細胞，胞原細胞先行分裂，產生多數之孢子母細胞。在小孢子囊，各母細胞皆分裂而生成四個四面體形之孢子，反之，在大孢子囊中，除一個之母細胞外，餘皆破壞，此殘留之一個，頗為肥大，分裂而造成四個之大孢子。

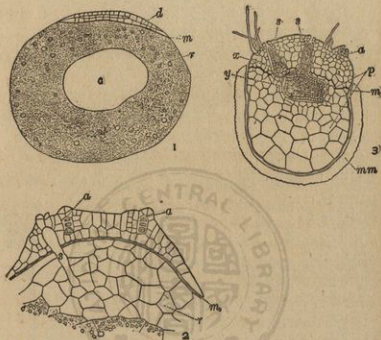
配偶體 在卷柏族，雄性原葉體，自小孢子，雌性原葉體，自大孢子發生，與水生羊齒無異。雄性原葉體，非常退化，且完全隱藏於孢子之內，絕不外出，其狀與蘋科者同。其體由一個微細之營養細胞（第三



第三二六圖 卷柏科之雌性原葉體(BelaJoff) (1) *Selaginella Martensii* 之小孢子(自腹面觀之); 孢子內已生二個之中心細胞(c)(c) (w)藏精器之膜壁細胞 (v)營養細胞 (2),(3) *S. stolonifera* 之小孢子(側面觀), 已生數個之精蟲母細胞(m) (3)膜壁化為粘液質(s), 精蟲母細胞(m), 埋沒於其中 (4) *S. cuspidata* 之精蟲 (1),(2),(3) $\frac{640}{1}$ (4) $\frac{780}{1}$

二六圖 1, v)及一個之藏精器而成, 藏精器有八個之膜壁細胞(w)與二至四個之中心細胞(同圖 1, c)。中心細胞, 其後分裂而精蟲母細胞, 母細胞後成球狀, 個個分離(同圖 2, m), 同時膜壁細胞破壞而化為粘液質, 母細胞埋沒於此粘液質內(同圖 3)。未幾小孢子之膜壁破裂, 由精蟲母細胞而生之精蟲脫出。精蟲為桿狀, 略行彎曲, 有二條之纖毛(同圖 4)。

大孢子為球形, 其膜壁由三葉而成, 中外二膜頗為堅硬, 內膜則軟薄。內膜之內面, 有細胞質層, 中有一核。此薄層之內面, 有一大窠腔, 內含細胞液及養料。大孢子發芽時, 上述之核, 屢次分裂, 生成數百個之核, 細胞質之量, 漸次增加, 故孢子之窠腔, 漸行縮小, 同時核多數聚集於孢子之頂部, 此等核之間, 發生細胞膜, 於此處造成一個之盤狀體(第三二七圖 1 d)。盤狀體之最下方之細胞膜(m), 頗為肥厚, 以此與其他部分分界, 故名此膜曰橫隔膜。該圖 1 中, 橫隔膜(m)以下, 僅見細胞核之散在, 但未幾此等細胞核之間, 即發生細胞膜。大孢子內之雌性原葉體, 由橫隔膜分界為上下之二部, 其上部之



第三二七圖 卷柏屬大孢子之發芽(Campbell, Pfeffer)(略加更改)

(1),(2)地柏(*S. Kraussiana*) (1)初期 (c)大孢子之中心腔 (r)

貯藏組織 (m)橫隔膜 (d)盤狀體 (2)成熟雌性原葉體之上部

(a)藏卵器 (x)胚柄 (3) *S. Martensii* 之雌性原葉體(mm)大孢子

膜 (p)原葉體 (x)幼穉之胚 (y)稍老成之胚 (1)龐大 (2)

$\frac{180}{1}$ (3) $\frac{142}{1}$

盤狀體(同圖 1,d)為生殖組織,在此處發生多數之藏卵器(同圖 2,a)。其下部(r),占原葉體之大部分,在生理上為貯藏組織,內貯多量之養料,以供授精後胚發育之用,是曰胚乳。藏卵器埋沒於盤狀體之內,頸部短小,有二個之頸溝細胞。授精之際,孢子之膜壁,於頂部裂開,原葉體之上部,稍露出於孢子之外,而行授精。

雌性原葉體，通常在大孢子尚未由孢子囊脫出之時，已開始發育，在某種類，其藏卵器已於此時完成。又在某種（例如 *Selaginella Apus* 及紐蔓 *S. rupestris*），當大孢子囊尚與母體連結，大孢子尚未落下時，已行授精云(Lyon)。

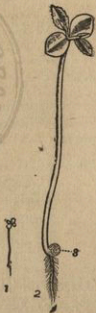
卷柏族之原葉體，不論雌雄，皆不自孢子分離，尤以雄性者，更絕不出於孢子之外，較之石松族之原葉體，由數百之細胞而成，有時直徑達 1 cm. 之巨，能於數年間獨立而生活者，可知其退化之甚矣。

卷柏族之胚發育法，酷似石松族。即卵子先由橫膜而分裂為上下之二細胞，上細胞向下而成胚柄(第三二七圖 2, 3, s)，下細胞連續行細胞分裂，由此而造成胚(同圖 3, x, y)。胚最初具莖、葉、足之三部，胚柄較石松為長，胚附着於此長胚柄之先端，故隨胚柄之伸長，突破橫隔膜而深入胚乳之組織內(同圖 3, y)，由足而吸收其中之養料，因此漸行肥大，其根、莖、葉遂露出於大孢子外，但在一定之期內，尚以足與孢子相連結。其外觀頗與種子植物之種子發芽相彷彿也(第三二八圖)。

卷柏族有卷柏科 *Selaginellaceae*，僅含卷柏屬，種類頗多，產於世界各處，尤以產於熱帶地方者為多，皆草本也。

(三) 鱗木族^② (*Lepidophytineae*)

鱗木族多產於自志留里亞紀至第三紀下層之間，而以中層石炭紀為極盛。現時雖已絕滅，然根據其化石而考察之，殆為喬木，能行第二期之肥大生長，有大小二種之孢子。葉脫落後，莖上殘留之葉跡，排列之方法，頗極齊整。今舉屬於此族之一二科於次。

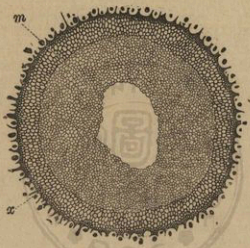


第三二八圖 立地柏
(*S. Selaginoides*) (s)
大孢子 (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{20}{1}$



第三二九圖 鱗木
科第一 (Hirmer)
有圓錐體之 *Lepi-*
dodendron obov-
atum, Sternberg
型之復原圖

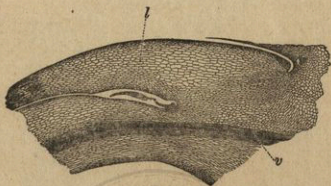
鱗木科 *Lepidodendraceae* 外形與現時之石松屬相彷彿，但非矮小之草本，而為巨大之喬木也。幹大抵分歧為叉狀，高達 11 M.，直徑有至 1M. 之巨者(第三二九圖)。試觀其莖之解剖的構造，有時有原生中心柱，但多數為管狀中心柱，木部及篩部，皆作完全連續之環狀(第三三〇圖)，與高等植物之真正中心柱之有分離之多數維管



第三三〇圖 鱗木科第一 (Scott) *Lepidodendron Harcourtii* 莖之中心柱橫切面 (m)髓 (x)連續之環狀之木部，中心之空處為髓之一部脫落後之痕跡

$\frac{7}{1}$

束者異(但有極少數具有真正中心柱者)。木部為求心的生長，甚為顯明，維管束為外位束。有形成組織，能行肥大生長。幹之幼稚部分，有線形之葉，密生於其上，其長度達 20mm.，墜落後莖上留有葉跡。葉跡作菱形，整然斜列(第三三二圖 1)。葉內有如卷柏科所有之小舌(第三三一圖 1)。花為圓錐體(第三二九圖，第三三二圖 4)，其長度有達 2cm. 者。孢子葉之上而，有一個之孢子囊，孢子葉之柄(第三三二圖

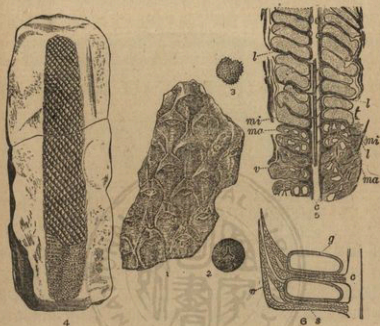


第三三一圖 鱗木科第三 (Scott) *Lepidodendron* sp. 之
由葉之基部以至上部之縱切面，示小舌 (L) 在細長之溝中
(v) 葉之維管束

6, s) 甚長，孢子囊之形狀，與石松族及卷柏族者異，橫向較長 (同圖 6, g)，以下面與孢子葉之柄合着。孢子囊有大小之別，大孢子囊着生於圓錐體之下部，小孢子囊，則在其上部 (同圖 5)。大小孢子囊之形態，如第三三二圖 2, 3 所示。故鱗木科之外形，雖似石松族，然葉有小舌，及孢子有大小之別等點，則似卷柏族焉。

屬於鱗木科之 *Lepidocarpon* 及 *Miadesmia* 之二屬，產生種子狀之器官，已由化石學上之研究而闡明。例如 *Lepidocarpon Lomazi* 之大孢子囊 (m)，含有一個之大孢子 (s) (第三三三圖 1)。其後，囊之下方之一部分之孢子葉 (a) 生長而變成包圍大孢子囊之皮膜 (h)，唯頂部留一細長之珠孔 (i) (同圖 2, 3)。大孢子囊成熟之後，如此為皮膜所包圍，且與孢子葉之殘部相合着而成為一體，自圓錐體分離而落下云。故為此皮膜所包圍之大孢子囊，可與種子植物之胚珠相比擬者也。

封印木科 *Sigillariaceae* 為太古代之喬木中之最偉大者之一，幹之高達 30M. 以上，幹與根所接之處，直徑有達 60cm. 者 (第三三四圖 1)。葉墜落後，幹上所留之痕跡。作六角形，排列為齊整之

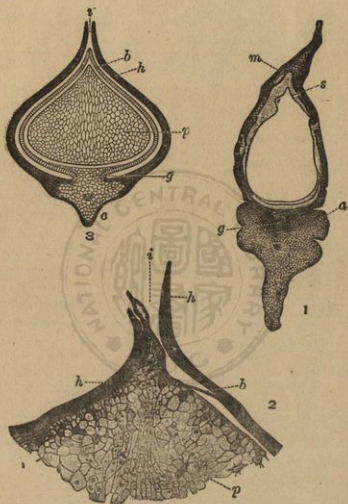


第三三二圖 鱗木科第四(Potonié, Schimper, Binney, Scott, Hooker)

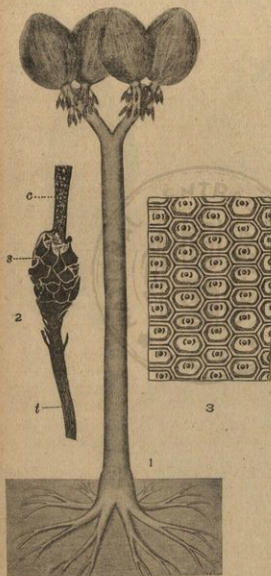
(1) *Lepidodendron Volkmannianum* 之莖表面斷片，有葉跡 (2) *Lepidostrobus* 之大孢子 (3) 同，小孢子 (四個圍集) (4) *L. Hibbertianus* 花之化石，剔去穗下方之一部故可見中軸及圍集於其周圍之數十個之大孢子囊，其他之部分，僅見外面 (5) *L. Veltheimianus* 花之縱切 (c) 中軸 (mi) 小孢子囊 (ma) 大孢子囊(其中有有刺之少數孢子) (l) 孢子葉 (v) 中軸之維管束 (6) 鱗木科大孢子囊與孢子葉之關係圖式 (g) 孢子囊 (s) 孢子囊柄 (1) 大行縮小 (2)(3) 膨大 (4) $\frac{4}{3}$ (5) 約 $\frac{6}{1}$

縱列，不如鱗木科之作斜行(同圖 3)。花為圓錐體，有長柄(同圖 2)直徑達 6cm，在英國某處所發見之種類，有長達九吋者云。孢子葉抱有一個之孢子囊，囊內有大孢子。小孢子尚未發見。

古生植物學上有名曰 *Stigmara*，嘗編入於 *Stigmariaceae* 者，



第三三三圖 鱗木科第五(Scott) *Lepidocarpon Lomaxi* (1) 造成皮膜前之大孢子囊 (m)大孢子囊 (a)大孢子 (κ)囊之基部 (a)大孢子葉之後成皮膜之部分 (2)種子之上部 (l)珠孔 (h)皮膜 (p)原葉體 (b)囊之膜壁 (3)同切面模式圖 (c)孢子葉 (1) $\frac{12}{1}$ (2) $\frac{20}{1}$



第三三四圖 封印木科
(Potonié, Schimper,
Hirmer 及 Kidston)
(1)有圓錐體之 *Sigil-*
laria elegans, Bron-
gniart 之復原圖 (2)

Sigillario-trobus
rhombibracteatus 之
圓錐體 (e) 孢子葉。上
部之孢子葉脫落，露出
中軸(c) (t) 柄 (3)
Sigillaria tessellata
幹之外面 (2) $\frac{3}{4}$
(3) $\frac{1}{1}$

第三三五圖 *Stigmaria* (Potonié)

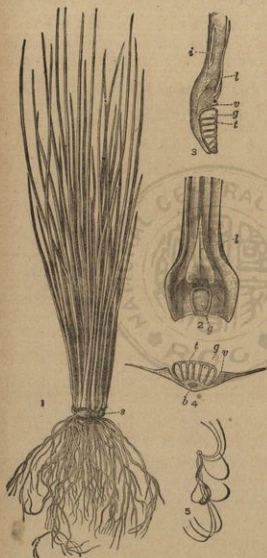
此物經後來研究之結果，知非獨立之植物，不過為封印木科或鱗木科之器官而已(第三三五圖)。

(四)水韭族^① (*L. oetinea*)

孢子體 水韭族之莖極短，作塊莖狀，全部或大部分埋沒於地下(第三三六圖 1, a)，表面有二至三個之縱溝。根由縱溝發出，分歧為叉狀。

試觀莖中之中心柱，維管束中之木部，發育極為微弱，僅有短小之螺旋紋及網紋之假導管，木質薄壁組織，介在於其間。夫木部之發達，所以如此其微者，不外於對於水中生活之適應，自不待言。木部之周圍有篩部。圍繞於其外之薄壁組織內，有連續之形成層，此組織向內生木部與篩部，向外產生皮層細胞，以行莖之肥大生長。葉數層圍繞於莖之外，基部作鞘狀，上部為線形頗長。葉之內面近於基部處有小舌(第三三六圖 2, 3, D)。

孢子葉之形狀，與營養葉無異。圍繞於莖之葉中，位於外部者為



第三三六圖 水韭屬 (原圖及 Belajoff) (1)-(4)水韭 (*Isoetes Japonica*) (1)

全形 (2) 孢子葉之基部之內面 (g) 孢子囊

(l) 小舌 (3) 同, 縱切 (l) 葉組織內之細胞間隙 (t)

網架體 (l) 小舌縱切 (v) 小唇 (4) 通過有孢子囊之孢子葉之橫切面 (b) 維管束 (5) *I. Malinverniana*

之精蟲 (1) $\frac{2}{3}$ (2)

$\frac{5}{1}$ (3) (4) $\frac{10}{1}$ (5) $\frac{7}{1}$

營養葉，孢子葉在其內。大小孢子葉之排列，其間無一定之順序。

在孢子葉之內面，小舌之下有縱溝，孢子囊埋沒於其中(同圖 3, 4)，又位於小舌與孢子囊之間之組織，往往生長而突出，變成膜狀，掩覆於孢子囊之上，是曰小唇(同圖 3, 4, v)。但視種類之不同，有掩覆囊之全部者，有僅覆其一部分者，亦有全付缺如者。此膜與羊齒類之包膜相當者也。孢子囊較大，其源發自表皮下之數個之細胞。成熟之孢子囊，除孢子外，尚有網架體(同圖 3, 4, t)。網架體除在水韭族外，為其他類乏類例之器官，其作用殆因孢子囊較大故在內支持其膜壁，防止其為自外部而來之壓力等所破壞也。

孢子囊成熟後，不自行裂開，須待膜壁腐敗，孢子始行脫出。大小孢子囊，皆含多數之孢子。

配偶體 小孢子內所生之雄性原葉體，終生居孢子之內，與卷柏族同，且其體極其簡單，亦與彼同，僅由一個之營養細胞與一個之藏精器而成。藏精器由四個之膜壁細胞與二個之中心細胞而成，自各中心細胞，生成二個之精蟲。精蟲旋捲成螺旋狀，頭部有數條之纖毛，與其他石松類諸族異(第三三六圖 5)。

雌性原葉體之體，亦極簡單，大孢子未裂開時，已在其中發育，及孢子裂開後，於自體上發生一個之藏卵器而行授精。若此藏卵器未經授精而枯死時，體上當另生數個之藏卵器。

由授精而生之卵子，先分裂為上下二半，其後兩半皆盛行分裂，自上半生成子葉及根，由下半發生足，不生胚柄。故自卵子發生胚之方法，近於羊齒類，與其他之石松類異。

Goebel 曾於 *Isoetes lacustris* 及 *I. echinospora* 之二種，發見其葉上應生大小孢子囊之處，有小形孢子體之發生。此孢子體由葉之組織變化而生者。孢子體不生配偶體，直接發生次代之孢子體，是亦一種之無配生殖也。

水韭族有水韭科 *Isoetaceae*，大抵生育於水中，亦間有生於陸上者，皆為草本。

水韭族由根分歧為叉狀，每葉之之上面有一個孢子囊，葉有小舌等點，與卷柏族相符合，故認為石松類之一族，然其精蟲有多數之纖毛，胚發育之際，不生胚柄，孢子囊有包膜等點，為與石松類諸族相異之要點，水韭族於此等點，頗近於羊齒類，故以水韭族為羊齒類之一族者，並非無其人，但若問水韭族於羊齒及石松之兩類中，究近於何者，吾人確信其近於後者，故今姑以此為石松類之一族焉。

據 Pfeffer 之研究，羊齒類之精蟲，對於林烷酸，呈陽性之趨化性，又對於 malleic acid $\begin{matrix} \text{HC}\cdot\text{COOH} \\ \text{HC}\cdot\text{COOH} \end{matrix}$ 亦呈陽性之趨化性，但對於與此立體異性的 Fumaric acid $\begin{matrix} \text{HC}\cdot\text{COOH} \\ \text{COOH}\cdot\text{CH} \end{matrix}$ ，則全無感應云。屬於水生羊齒之槐葉類之精蟲，其趨化性之反應，與普通之羊齒類相符，即對於林烷酸與 malleic acid，雖呈陽性之反應，對於 fumaric acid 則無感應。反之水韭屬之精蟲，對於林烷酸確有感應，然對於 malleic acid 則不感，而對於 fumaric acid 却呈陽性之趨化性，故在此點，水韭屬與羊齒類，呈正反對之行動。故吾人若能由後來之研究，得知卷柏屬之精蟲，對於 malleic acid 不能感應，而能感應 fumaric acid，則此事實，對於水韭族較之羊齒類，無事近於卷柏族之說，可謂予以鞏固之基礎者矣。●

石松類諸族之主要異同

| | 石松族 | 卷柏族 | 鱗木族 | 水韭族 |
|------|------------------------------|---|-----------|-----------------------|
| 有性世代 | 孢子有一種 | 有大小二種之孢子 | 往往有大小二種孢子 | 有大小二種之孢子 |
| | 原葉體大，能獨立生活。雌雄器生於同株。精蟲有二條之纖毛。 | 原葉體有雌雄之別，不獨立生活，且極退化，終其身不與孢子分離。精蟲有二條之纖毛。 | 原葉體尚未發見。 | 原葉體與卷柏族大同小異，精蟲有多數之纖毛。 |
| 無性世代 | 胚有胚柄 | 胚有胚柄 | 胚柄之有無不明 | 胚無胚柄 |
| | 草木 | 草木 | 喬木 | 草木 |
| | 葉無小舌 | 葉有小舌 | 葉有小舌 | 葉有小舌 |

羊齒植物之系統

羊齒植物之祖先，究爲如何之植物乎，關於此問題，學者之意見，尙未一致。

某學者以羊齒植物爲由來於蘚苔者，其中尤以蘚類之角蘚，可認爲其祖先云。

羊齒植物之有性世代，即所謂原葉體，其形態構造，頗爲簡單，且多有腹背性，其狀酷似蘚類之配偶體。雖然，若比較此兩羣之孢子體，則可知其間有顯著之差異。蓋蘚苔之孢子體（即造胞體）爲無根無葉之微細之植物體，其主要部分，僅由含有孢子之蒴而成，僅具柄與足，尤以浮苔科之造胞體，并足與柄而無之，其全體實不過簡單之一個蒴而已。加之，蘚苔之孢子體，無獨立生活之能力，終身寄生於配偶體，由此吸收養料，藉以生活。此與羊齒植物之孢子體之頗極發達，雖其最簡單者，亦具根、莖、葉，且此等器官，皆有真正維管束之發達者相比較，其間不啻有霄壤之差。何況其最發達者，孢子體可與裸子植物相比擬，爲偉大之喬木者乎。尤以此等植物，其自卵子發生之初期，雖寄生於配偶體，然未幾即與之分離，而營獨立生活。兩羣之孢子體之差異，既如此之顯明，則羊齒植物之配偶體，或可認爲由來於蘚苔之配偶體，但前者之孢子體，斷不可認爲由來於後者之孢子體者也。要之，羊齒植物並非由來於蘚苔，此甚明也。

然而仔細比較此兩羣之性質，則其間又有顯著之一致點焉。例如次。

(一)二者皆有明瞭之世代交替，故兩者之發育法，大體一致。

(二)兩羣之藏精器及藏卵器，其構造雖有若干之差異，然其要點，頗相符合。

如以上所述，此兩羣間，發育及形態之要點，頗相一致。故若以此兩羣爲系統史上全無親緣關係之物，則此二者之相一致，除認爲偶然之現象外，無他法也。但完全系統不同之兩羣，何以偶然如以上所述

於緊要之諸點，竟相一致，此頗難了解者也。要之，此兩羣最初雖自同一之祖先出發，其後進化之方向各異，遂致生成現今之蘚苔及羊齒植物耳。

果然，則羊齒植物之祖先，亦須求之於綠藻中，由綠藻下降之原始羊齒植物，其形態殆略與現今之蘚類相類似者也。當蘚苔自其祖先出發時，其孢子體並未為顯著之發達，獨配偶體非常發達，而原始羊齒植物，其進化之方法，自其最初，即與蘚苔異，配偶體之發達，最初即甚不振，經若干歲月之後，反漸次退化，如異子羊齒類及異子石松類者，其退化已達極點。反之，孢子體之發達，自最初即甚顯著。故蘚苔與羊齒之間，關於進化之方法，大有懸隔，故 Goebel 以蘚苔與羊齒植物之間之缺陷為全植物界之最大者，實非不當之言也。

羊齒植物中，有羊齒、木賊、楔葉、石松之四類。若羊齒植物果發源於與蘚苔同一之祖先，則此四類之中，孰為最近於祖先者乎。此為吾人不能確答之問題也。蓋此四類者，最初雖自同一祖先出發，然其進化之方面皆不相同故也。

次擬略述此等諸類中諸族之關係。

(一)初生羊齒族為繁茂於石炭紀之原始的羊齒。然此族兼有現時種種羊齒之性質，可認為此等之祖先，已如前述矣（第四四四頁以下）。

現今之羊齒族諸種，若果由來於初生羊齒族，則真囊羊齒族，其中之觀音座蓮科與小囊羊齒族，孰為原始的之疑問生焉。前者較後者為原始的，此為向來古生植物學上之定論，但其後之發見，對於此定論，發生若干之疑團。蓋從來石炭紀中之化石向來肯定為屬於觀音座蓮科者之中，實則並不屬於此，屬於裸子植物之一類之羊齒狀種子植物，（第五五三頁）即羊齒類與蘇鐵類之中間植物，業經確認者，為數不少。故某某學者，據此事實，主張向來認為屬於觀音座蓮科之石炭紀之化石植物，若非屬於羊齒狀種子植物，即屬於初生羊齒族，觀音座蓮科，至其後始與小囊羊齒族同時發生，共同發達之物，兩者幾乎

同齡，不能謂孰先孰後云云。然據古生植物學上之研究，太古代中觀音座蓮科蕃殖雖不若向來所言之盛，然不可謂絕無，此科自初生羊齒族出發於太古代大行發達，小囊羊齒族至太古代之末期，始見發生，於中古代，始極繁盛之致，以至今日，則真囊羊齒族較小囊羊齒族為原始的之一說，似無可疑。但此事實，尚須待後來之研究，始能確定，此無待多言者也。

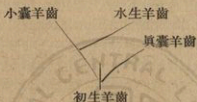
瓶爾小草科與觀音座蓮科有若干之親緣，由種種較著之類似點，可知矣。即原葉體之生存期間甚長，藏精器埋沒於原葉體之組織內，藏卵器除先端外，亦與之同樣（陰地蕨屬除外），而觀音座蓮科之孢子囊為真囊，且時時造成聚囊，膜壁由數層之細胞而成等點皆是也。然二者之間，並非無一二較著之差異點。例如瓶爾小草科之幼稚之葉，不作渦卷狀，孢子葉上孢子囊之位置，與觀音座蓮科者，完全不同，及原葉體不含葉綠素等皆是也。故瓶爾小草科與觀音座蓮科有若干之親緣雖似明瞭，然其間究有如何之關係，尚未能明言也。

小囊羊齒族中屬於薇科之薇屬，與初生羊齒族中之 *Zygopteris* 或 *Botryopteris* 類似，又其於種種之點，近於真囊羊齒族，已如前所論矣。故若以後者較小囊羊齒族為原始的，則薇科在現存之小囊羊齒族中，可謂最原始者矣。尤以其化石已發見於太古代下層石炭紀中，可為其為原始的種類之有力之一證也。

小囊羊齒族中，水生羊齒較之真羊齒，有二個最顯著之差異。第一，有大小二種之孢子，一生雄性原葉體，一生雌性原葉體。第二，原葉體，無論雌雄，皆極退化，且不自孢子分離是也。此等事實之中，第一點若與真羊齒相比較，可謂已發生生理上之分業者，此自系統學上考察之，凡行分業法之植物，較之不行分業者，為進化程度較高之種類，此無可疑。加之其有大小二種之孢子，由此而生之原葉體，不與之分離，或有時完全隱藏於其內之事實，即在如裸子植物等，較為高等之植物中，亦可見之。綜合此等事實而考察之，水生羊齒在系統上較真羊齒為進步，至為明顯。然此兩者之間，於種種之點，頗相一致，其間

有親緣之關係，固甚明瞭，蓋水生羊齒者，殆由真羊齒而來者也。槐葉蕨科。屬於 Bower 之所謂正順區（第四四一頁），各囊堆內之孢子囊，由上向下，順次發達，故與苦苣科或砂椴科，有親緣之關係。又蕨科之囊堆，自葉之邊緣發生，而苦苣科之孢子囊亦然。根據此事實，故有此兩科之間有密切之關係之說。

由以上所述，繪成羊齒類之系統圖，則可如次。

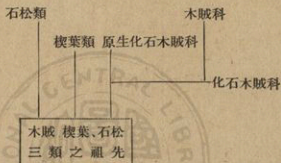


(二)木賊類與石松類，在系統上，親緣最近，此由楔葉類之研究而明。楔葉類之莖之解剖的構造，與石松類中之鱗木科相類，而楔葉族之營養及孢子葉之形態，頗似木賊科中之種類。其中如在下層石炭紀所發見之 *Choirostrobilus*，其花之構造，頗與化石木賊科 (*Calamariaceae*) 之種類相似。要之，楔葉類兼有木賊及石松兩類之形質，故楔葉、木賊、石松三類之間，頗有密切之親緣關係，此三類同發於一源，各向不同之方向而進化，其狀至明。而木賊類中，由原生化石木賊科，之葉作叉狀，可謂最近似於楔葉類者，木賊類中，此科最先與楔葉類同發於一源，化石木賊科，殆其後由原生化石木賊科分枝而生者也。

(三)木賊類中，真木賊族與化石木賊族，其形態酷似，已如前述（第四九四頁以下），在系統上，兩者甚相近似，固不可疑。據古生植物學上之研究，化石木賊族，出現於太古代，本為偉大之喬木，絕滅於太古代中，真木賊族至中古代始見出現，最初雖為喬木，漸次減少其大度，遂成如今今日所見之矮小草本。由此等事實觀之，真木賊族，當太古代之末，發源於化石木賊族，漸次退化，失去大小孢子之別，乃成如今今日所見之狀態耳。

(四) 楔葉類中，楔葉族與松葉蘭族，似有親緣。松葉蘭族之所屬，為向來學者苦心所注之處，一般雖編入於石松類，然其莖之解剖的構造，及孢子葉與孢子囊之關係，與其屬於後者，無寧近於楔葉族。故今合此二族而為楔葉類焉。

以上所述者，若以表示之，可如次：



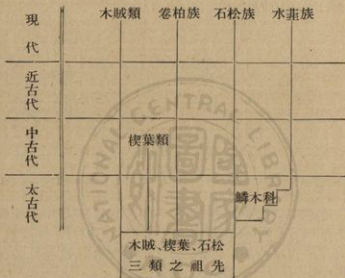
(五) 現在之石松類，皆為低矮之草本，不能為第二期之肥大生長，但在太古代時（即鱗木族），皆為偉大之喬木，且能行第二期之肥大生長，一如現代之裸子植物（第五一二頁）。此等植物，葉有小舌又往往有大小二種之孢子，較之石松族，實近於卷柏族。

據古生植物學上之研究，鱗木族極盛於太古代，而石松族及卷柏族之化石，皆發見於太古代之地層中，則此三者之源，已發於太古代矣。但以現時之石松及卷柏兩族與太古類之種類相比較，其間可見有顯著之差異，故此三者，在太古代，發源於同一之祖先，然自此以來，石松及卷柏二族，未受多大之變化，保持其生存以至現今，而鱗木族則於太古代尚未終了之前，已行絕滅矣。

水韭族之系統，尙未完全分明，據古生植物學上之研究，屬於鱗木科之 *Lepidostrobus* 之某種，其孢子囊內，有與水韭族之網架體相似之裝置，由此觀之，鱗木科與水韭科之間，其有親緣之關係乎。鱗木科能為第二期之肥大生長，水韭科亦有行之者，由此觀之，水韭科最初

發源於鱗木科，因大抵生存於水中，故退化而成爲如彼矮小之草本，但至現在爲止，尙保存其由祖先遺傳之能爲第二期肥大生長之力，亦未可知。

石松類諸族之系統與其在地質時代之分布，大抵如次。



關於羊齒植物，應特別留意者如次。

(一)羊齒植物進化之狀，孢子體雖漸次進步，配偶體之體制則漸次退化，異子羊齒及異子石松之二類，配偶體之退化遂達極點，此等個體，變爲極微細之植物體，終身不出於孢子體之外。此種進化之方法，在較羊齒爲高等之裸子及被子植物，愈形明顯。

(二)孢子之造成時，發生分業，孢子有大小之別，自大者發生雌性，自小者發生雄性原葉體。此種分業，羊齒植物之各類，皆得見之。

(三)孢子葉往往圍集於一個中軸之周圍，造成圓錐形之孢子葉托。是卽所謂圓錐體，不外於被子植物發達極盛之花而已。花在現今羊齒植物之羊齒類中。雖全未發達，然在木賊石松之二類，則頗發達。

●關於羊齒植物全般之主要文獻如次。Bower, F. O.: Studies in the morphology of spore-producing members I-V. 1894-1903; Origin of a land flora. London 1908.—Campbell, D. H.: The structure and development of the mosses and ferns. 2 ed. New York 1905.—Geebel, K.: Organographie der Pflanzen. 3. Aufl. Teil 2, 1930.—Hirmer, M.: Handbuch der Paläobotanik I. München u. Berlin 1927.—Hofmeister, w.: Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höheren Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen. Leipzig 1851.—Potonie, H.: Lehrbuch der Paläobotanik. 2. Aufl. (bearbeitet von Gothan). Berlin 1921.—Sadleir, R., Potonie, H. usw.: Pteridophyta (Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfam. I. 4, 1902).—Scott, W. D.: Studies in fossil botany. 3.ed. London 1920.—Seward, A.C.: Fossil botany. Cambridge 1908-1910.—Velenovsky, J.: Vergleichende Morphologie der Pflanzen. Prag 1905-1913.—Zeiller, R.: Eléments de paléobotanique. Paris 1900.

●關於羊齒之中心柱之文獻如下: Boodle, L. A.: Comparative anatomy of the Hymenophyllaceae, Schizocarpaceae, and Gleicheniaceae. I-III. (Ann. Bot. 14, 15, 17, 1900, 1901).—Boodle, L. A. & Hiley, W. A.: Vascular structure of some species of Gleichenia. (Ann. Bot. 23, 1909).—Farmer, J. B. & Hill, T.G.: Angioperis. (Ann. Bot. 16, 1902).—Faull, J. H.: Anatomy of the Osmundaceae. (Bot. Gaz. 32, 1901).—Gwynne-Vaughan, D. T.: Solenostelic ferns. I.-II. (Ann. Bot. 15, 17, 1901-03).—早田文藏: 羊齒類中心柱之分類學的價值 I-III. (植物學雜誌. 41-42, 昭和 2 及 3 年. Hayata, B.: Ueber die systematische Bedeutung des stellären Systemes in den Polypodiaceen. (Flora, N. F. 24, 1929).—Jeffrey, E. C.: Morphology of the central stele in Angiosperms. (Trans. Can. Inst. 5, 1900); The structure and development of the stem in Pteridophyta and Gymnosperms. (Philos. Trans. 1902)—Ogura, Y.: Comparative anatomy of Japanese Cyatheaceae. (Jour. Fac. Imp. Univ. Tokyo 1, 1927).—Schoute, J. C.: Die Stelär-Theorie. Jena 1903.—Tansley, A. G.: Lectures on the evolution of the filicinean Vascular System. (New Phytolog. 2, 1908).—Van Tieghem, P. et Douliot, H.: Sur la polystélie. (ann. Sc. nat. Bot. VII. 3, 1886).

●除第三九〇頁脚註所舉者外,可參考次之書 Bower, F. O. The Ferns (Fill-

cales.). Vol. I-III. Cambridge 1923-27

⑤ Bertrand, P.: Etudes de la fronde des Zygoptéridées. Lille 1909.
 —Lignier, O.: Le *Stauropteris Oldhamia* Binney et les Coenoptéridées a la lumière de la théorie du méristème. (Bull. Soc. bot. France 109, Mém. 24, 1912). —Renault, B.: Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Etienne: étude du genre *Botryopteris*. (Ann. Sc. nat. VI. 1, 1875); Recherches sur la fructification de quelques végétaux provenant des gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Etienne. (Ibid. VI. 3, 1876). —Scott, D. H.: The sporangia of *Stauropteris Oldhamia*. (New Phytologist 4, 1905); The occurrence of germinating spore in *Stauropteris Oldhamia*. (Ibid. 5., 1906). —Williamson, W. C.: On the organisation of fossil plants of coal measures. Pt. IX, XV, XVIII. (Philos. Trans. B. 169, B. 180, B. 182, 1878, 1889, 1891).

⑥ Bower, F.O.: Studies in the morphology of spore-producing members III. Marattiaceae. (Philos. Trans. 189 B. 1899). —Campbell, D.H.: Eosporangiate ferns. Washington 1911. —Farmer, J. B.: The embryogeny of *Angiotesis evecta*. (Ann. Bot. 6, 1892). —Hannig, E.: Ueber die Staubgrübchen an den Stämmen und Blattstielen der Cyatheaceen und Marattiaceen. (Bot. Zeit. 56, 1898). —Jonkmann, H. F.: Ueber die Entwicklungsgeschichte des Prothalliums der Marattiaceen. (Bot. Zeit. 36, 1878); L'embryogénie de l'*Angiotesis* et du *Marattia*. (Arch. néerl. 30, 1896). —Loersen, G.: Ueber die Entwicklungsgeschichte des Marattiaceenvorkeimes. (Bot. Zeit. 32, 1875). —Seward, A.C.: Fossil botany 2, 1910.

⑦ Bower, F.O.: Studies in the morphology of spore-producing members II. Ophioglossaceae. London 1896.; *Ophioglossum simplex*. (Ann. Bot. 18, 1904). —Eruchmann, H.: Ueber das Prothallium und die Keimpflanze von *Ophioglossum vulgatum*. (Bot. Zeit. 62, 1904); Ueber das Prothallium und die Sporenpflanzen von *Botrychium Lunaria* Sw. (Flora 96, 1906). —Farmer J.B. & Freeman, W.G.: On the structure and affinities of *Helminthostachys zeylanica*. (Ann. Bot. 13, 1899). —Jeffrey, E.O.: The gametophyte of *Botrychium virginianum*. (Univ. Toronto Stud., Biol. Ser. 1, 1898). —Lang, W.H.: On the prothallium of *Ophioglossum pendulum* and *Helminthostachys zeylanica*. (Ann. Bot. 16, 1902).

① Banke, H.: Entwicklungsgeschichte der Prothalliums bei den Cyathaceen. (Jahrb. wiss. Bot. 10, 1876); Beiträge zur Keimungsgeschichte der Schizaeaceen. (Ibid. 11, 1878).—Campbell, D.H.: The structure and development of the ostrich fern. (Mem. Boston Soc. Nat. Hist. 1887).—Gleichenhagen, K.: Die Hymenophyllaceen (Flora 48, 1890).—Goebel, K.: Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Sporangien. (Bot. Zeit. 38, 39, 40, 1880—1882).—Kny, L.: Ueber Bau und Entwicklung des Farnprothalliums. (Monatsber. Akad. Wiss. Berlin 1869); Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Farnkräuter. (Jahrb. wiss. Bot. 8, 1872); Entwicklung der Parkeriaceen. (Nova Acta K. Leop. Carol. Deutsch. Akad. Naturf. 37, 1875).—Luerssen, C.: Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen, vorzüglich der Gattung *Todea*. (Mittell. d. Gesamtgeb. d. Bot. 1, 1874).—Prantl, K.: Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen. I—II. Leipzig 1875, 1881.—Rauwenhoff, N. W.P.: La génération sexuelle des Geckeniacees. (Arch. néerl. 24, 1890).—Shaw, W. R.: The fertilization of *Osmoclea*. (Ann. Bot. 12, 1898).—Strasburger, E.: Die Befruchtung bei den Farnkräutern. (Jahrb. wiss. Bot. 7, 1869—70).

② 關於本問題之主要文獻如次: De Bary, A.: Ueber apogame Farne und die Erscheinung der Apogamie im allgemeinen. (Bot. Zeit. 36, 1878).—Bower, F. O.: On apospory. (Proc. Linn. Soc. 21, 1884); On apospory and allied phenomena. (Trans. Linn. Soc. N. S. 2, 1887); On the normal and abnormal development of the eophyte in *Trichomanes*. (Ann. Bot. 1, 1887—88).—Drury, C.T.: Further notes on a singular mode of reproduction in *Athyrium filix femina* L. var. *clarissima*. (Jour. Linn. Soc. London 21, 1884).—Farlow, W.G.: Ueber ungeschlechtliche Vermehrung von Keimpflanzchen an Farnprothallien. (Bot. Zeit. 32, 1874); Apospory in *Pteris cretica*. (Ann. Bot. 2, 1888—89).—Farmer, J. B. & Digby, L.: Studies in apospory and apogamy in ferns. (Ann. Bot. 21, 1907).—Helm, G.: Untersuchungen über Farnprothallien (Flora 82, 1896).—Lang, W. H.: On apogamy and the development of sporangia upon fern prothalli. (Philos. Trans. 158, B. 1893).—Yamanouchi, S.: Apogamy in *Nephrodium*. (Bot. Gaz. 45, 1908).

③ Arcangeli G.: Sulla Pilularia e la Salvinia. (Nuovo Giorn. Ital. 8,

1876).—Belajeff, W.: Ueber die männlichen Prothallien der Wasserfarne (Hydropterides). (Bot. Zeit. 42, 1893).—Campbell, D.H.: The development of *Ptilularia globulifera*. (Ann. Bot. 2, 1888); On the development of *Azolla filiculoides* (Lam.). (Ann. Bot. 4, 1893).—Hanstein, J.: Befruchtung und Entwicklung der Gattung *Marsilia*. (Jahrb. wiss. Bot. 4, 1886).—Johnson, D.: On the development of the leaf and sporocarp in *Marsilea quadrifolia*. (Ann. Bot. 12, 1898).; On the leaf and sporocarp in *Ptilularia*. (Bot. Gaz. 26, 1898).—Jurányi, L.: Ueber die Entwicklung der Sporangien und Sporen von *Salvinia natans*. (Bot. Zeit. 37, 1879).—Prantl, K.: Zur Entwicklungsgeschichte des Prothalliums von *Salvinia natans*. (Bot. Zeit. 37, 1879).—Pringsheim, N.: Zur Morphologie der *Salvinia natans*. (Jahrb. wiss. Bot. 3, 1863). 保井→: 對於槐葉蘋之原葉體之管見(植物學雜誌 23, 明治 42); 槐葉蘋之生活史 同上 24, 明治 43); Yasui, K.: Life-history of *Salvinia natans*. (Ann. Bot. 25, 1911).

⊙關於此事,可參考次之文獻。Nathansohn, A.: Ueber Parthenogenesis bei *Marsilia* und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 18, 1900).—Shaw, W.R.: Parthenogenesis in *Marsilia*. (Bot. Gaz. 24, 1897).—Strasburger, E.: Apogamie in *Marsilia*. (Flora, 97, 1907).

⊙ Power, F.O.: Studies in the morphology of spore-producing members. I. Equisetineae and Lycopodineae. (Philos. Trans. B. 185, 1894).—Buchtien, O.: Entwicklungsgeschichte des Prothalliums von *Equisetum*. (Bibl. Bot. 8, 1887).—Goebel, K.: Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Sporangien. (Bot. Zeit. 38, 39, 40, 1880-81).—Janczweski, E. De: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Archegoniums. (Bot. Zeit. 30, 1872).—Jeffrey, E.C.: The development, structure and affinities of the genus *Equisetum*. (Mem. Boston Nat. Hist. Soc. 5, 1899).—Lignier, O.: Equisétales et Sphénophyllales. Leur origine filicinéenne. commune. (Bull. Soc. Linn. Normandie V. 7, 1903).—Pfitzer, E.H.H.: Über die Schutzscheide der deutschen Equiseten. (Jahrb. wiss. Bot. 6, 1867).—Renault, B.: Cours de botanique fossile II, 1882. —Williamson, W.C.: Organization of fossil plants of the coal-measures. (Philos. Trans. B. 161, 1871).—Williamson, W. C. & Scott, D. H.: Further observations on the organization of the fossil plants I—II. (Ibid.

B. 184-185, 1894-95).

◎ Goebel 曰，余在格勒格斯所見之大同類，高度超過 3M. 此植物高達 12M. 云云者，殆為錯誤，此蓋誤以 feet 為 Meter 者，固甚明也（Goebel, Organographie der Pflanzen. 2. Aufl. 1. Teil, p. 101）.

◎關於此族之文獻如下。Kidston, R.: On the fructification of *Sphenophyllum trichomatosum* Stur from the Yorkshire coal-field. (Proc. R. Soc. Edinburgh 11, 1890-91).—Lignier, O.: Equisétales et Sphénophyllales. Leur origine filicinéenne commune. (Bull. Soc. Linn. Normandie 7, 1903).—Potonié, H.: Ueber die Stellung der Sphenophyllaceae im System. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 12, 1894).—Renault, B.: Recherches sur l'organisation des *Sphenophyllum* et des *Annularia*. (Ann. Sc. nat. Bot. V 18, 1873); Nouvelles recherches sur la structure des *Sphenophyllum* et sur leurs affinités botaniques. (Ann. Sc. nat. Bot. VI. 4, 1876).—Scott, D. H.: On a new type of *Sphenophyllum cone* (*Sph. fertile*) from the lower coal-measures. (Philos. Trans. B. 198, 1905).—Solms-Laubach, H. Graf zu: *Bowmanites Roemeri*, eine neue *Sphenophyllum*-Fruchtifikation. (Jahrb. K. K. Geol. Reichsanst. Wien. 1895).—Williamson, W.C.: Organization of fossil plants of the coal-measures Pt. V, XVII, XVIII. (Philos. Trans. B. 164, 181, 182).—Williamson, W. C. & Scott, D. H.: Further observations on the fossil plants of the coal-measures. Pt. I *Calamites Calamostachys* and *Sphenophyllum*. (Ibid. 185, 1805).—Zeiller, R.: Etude sur la constitution de l'appareil fructificateur des *Sphenophyllum*. (Mém. Soc. Geol. de France. Paléontologie, Mém. 11, 1893).

◎ Bertrand, C.E.: Recherches sur les *Tmesiptérikiées*. (Arch. bot. du Nord de France 1882).—Boodle, L.A.: Secondary tracheids in *Psilotum*. (New Phytol. 1904); On the occurrence of secondary xylems in *Psilotum*. (Ann. Bot. 18, 1904).—Dangeard, P.A.: Mémoire sur la morphologie et l'anatomie des *Tmesipteris*. (Le Botaniste 2, 1890-91).—Darnell-Smith, G.P.: The gametophyte of *Psilotum*. (Trans. R. Soc. Edinburgh 52, 1917).—Ford, S. O.: Anatomy of *Psilotum triquetrum*. (Ann. Bot. 18, 1904).—Holloway, J.E.: The prothallus and young plant of *Tmesipteris* (Trans. New Zealand Inst. 50, 1917).—Juranyi, L.: Ueber den Bau und Entwicklung des Sporangiums von *Psilotum triquetrum*. (Bot. Zeit. 29, 1871).—

Lanz, W. H.: On a prothallus provisionally referred to *Psilotum*. (Ann. Bot. 13, 1904).—Lawson, A. A.: The gametophyte generation of the Psilotaceae. (Trans. R. Soc. Edinburgh 1917).—Solms-Laubach, H.: Der Aufbau des Stockes von *Psilotum* und dessen Entwicklung aus der Brutknospe. (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 14, 1896).—Syles, M.G.: The anatomy and morphology of *Tmesipteris*. (Ann. Bot. 22, 1908).—Thomas, A. W. W.: The affinities of *Tmesipteris* with the Sphenophyllales. (Proc. R. Soc. London. 69, 1902).—Vaughan Jennings, A. & Hall, K.: Notes on the structure of *Tmesipteris*. (Proc. R. Irish Acad. 1891).

◎参考注◎.

◎ De Bary, A.: Sur la germination des Lycopodes. (Ann. Sc. nat. Bot. IV. 9, 1858).—Beckm G.: Einige Bemerkungen über den Vorkeim von *Lycopodium*. (Oesterr. bot. Zeit. 30, 1880).—Bower, F. O. studies in the morphology of spore-producing members. I. Equisetaceae and Lycopodiaceae. (Philos. Trans. B. 185, 1894); On the development and morphology of *Phylloglossum Drummondii*. (Philos. Trans. Pt. II. 1885).—Bruchmann, H.: Das Prothallium von *Lycopodium*. (Bot. Centralb. 21, 1885); Ueber die Prothallien und die Keimpflanzen mehrerer europäischer *Lycopodium*. Gotha 1898.—Chamberlain, C.J.: Prothallia and sporelings of three New Zealand species of *Lycopodium*. (Bot. Gaz. 63, 1917).—Fankhauser, L.: Ueber den Vorkeim von *Lycopodium*. (Bot. Zeit. 31, 1873).—Goebel, K.: Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Sporangien. (Bot. Zeit. 38-40, 1880-81); Ueber Prothallien und Keimpflanzen von *Lycopodium inundatum*. (Bot. Zeit. 45, 1887).—Hegelmaier, F.: Zur Morphologie der Gattung *Lycopodium*. (Bot. Zeit. 30, 1872); Zur Kenntnis einiger Lycopodiaceen. (Ibid 32, 1874).—Holloway, J. E.: A comparative study of the anatomy of six New Zealand species of *Lycopodium*. (Trans. New Zealand Inst. 42, 1910).—Lang, W. H.: The prothallus of *Lycopodium clavatum*. (Ann. Bot. 13, 1899).—Thomas, A. W.P.: Preliminary account of the prothallus of *Phylloglossum*. (Proc. R. Soc. London 69, 1902).—Treib, M.: Etudes sur les Lycopodiées I-VII. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg 4, 5, 7, 8, 1884, 1886, 1888, 1890).—Wigglesworth, G.: The young sporophytes of *Lycopodium complanatum* and *L. clavatum*. (Ann.

Bot. 21, 1907).

◎參考注◎所引用之諸學者之論文。

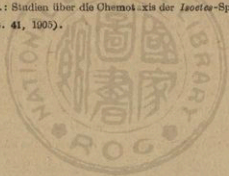
① Arnoldi, W.: Die Entwicklung des weiblichen Vorkeimes bei den heterosporen Lycopodiaceen. (Bot. Zeit. 54, 1896).—Belajeff, W.: Antheridien und Spermatozoiden der heterosporen Lycopodiaceen. (Bot. Zeit. 43, 1885).—Bruchmann, H.: Untersuchungen über *Selaginella spinulosa* A.Br. betreffend. (Ziet. f. Naturwiss. Halle, 4 F. 3, 1897).—Campbell, D.H.: Studies in the gametophyte of *Selaginella*. (Ann. Bot. 16, 1902).—Dangeard, P.A.: Essai sur l'anatomie des Cryptogames vasculaires. (Le Botaniste 1, 1893).—Fitting, J.: Bau und Entwicklungsgeschichte der Makrosporen von *Isoetes* und *Selaginella*. (Bot. Zeit. 58, 1900).—Harvey-Gibson, R.J.: Contributions towards a knowledge of the anatomy of the genus *Selaginella* Spr. Pt. I-IV. (Ann. Bot. 8-16, 1891-1902).—Heinsen, E.: Die Makrosporen und das weibliche Prothallium von *Selaginella*. (Flora 73, 1894).—Lyon, F.M.: A study of the sporangia and gametophytes of *Selaginella Apus and rupestris*. (Bot. Gaz. 32, 1901).—Millardet, A.: Le prothallium male des Cryptogames vasculaires. Strasbourg 1869.—Pfeffer, W.: Die Entwicklung des Keimes der Gattung *Selaginella*. (Hanstein Bot. Abhdl. 1, 1871).

② Bertrand, E.C.: Remarques sur le *Lepidodendron Harcourtii* De Witham. Lille 1891.—Brongniart, A.: Histoire des végétaux fossiles. II. Paris 1837.—Hovelacque, M.: Recherches sur le *Lepidodendron selaginoides* Sternb. (mém. Soc. Linn. Normandie 17, 1892).—Maslen, A.J.: Structure of *Lepidostrobus*. (Trans. Linn. Soc. London 5, 1899).—Scott, D.H.: On the structure and affinities of fossil plants from the palaeozoic rocks II and IV. (Philos. Trans. B. 1897, 1900); On the seed-like fructification of *Lepidocarpon*. (Ibid. B. 194, 1901).—Williamson, W.C.: On the organization of the fossil plants of the coal-measures II, III, IX, XII, XVI, XIX. (Ibid., B. 1872-93).

③ Belajeff, W.: Antheridien und Spermatozoiden der heterosporen Lycopodiaceen. (Bot. Zeit. 43, 1885).—Bruchmann, H.: Ueber Anlage und Wachstum der Wurzeln von *Lycopodium* und *Isoetes*. Jena 1874.—Campbell, D.H.: Contributions to the life-history of *Isoetes*. (Ann. Bot. 5,

1891).—Farmer, J.B.: On *Isoetes lacustris*. (Ibid. 5, 1890).—Fitting, J.: Bau und Entwicklungsgeschichte der Makrosporen von *Isoetes* und *Selaginella* etc. (Bot. Zeit. 58, 1900).—Goebel, K.: Ueber Sprossbildung auf *Isoetes*blättern. (Bot. Zeit. 37, 1878).—Kienitz-Gerloff, F.: Ueber wachstum und Zellteilung und die Entwicklung des Embryos von *Isoetes*. (Bot. Zeit. 39, 1881).—Lang, W.H.: Studies in the morphology of *Isoetes*. (Mem. Proc. Manchester Lit. Philos. 59, 1915).—Miliardet, A.: Le prothallium male des Cryptogames vasculaires. Strasbourg 1869.—Scott, D.H. & Hill, T.G.: The structure of *Isoetes Hystrix*. (Ann. Bot. 14, 1900).—Smith, R. W.: Structure and development of the sporophylls and sporangia of *Isoetes*. (Bot. Gaz. 29, 1900).—West, C. & Takeda, H.: On *Isoetes japonica*. (Trans. Linn. Soc. and Ser. Bot. 8, 1915).

● Shibata, K.: Studien über die Chemotaxis der *Isoetes*-Spermatozoiden. (Jahrb. wiss. Bot. 41, 1905).



裸子被子植物總說

今當完結羊齒植物羣之記述，而將改敘裸子植物羣之際，擬預先在此裸子及被子植物總說之題目下，敘述關於兩羣共通之事項。蓋此兩羣，於種種之點，極相類似，若分別論述此兩羣時，往往有涉及重複之虞故也。

在裸子及被子植物之發育史中，羊齒植物中在異子羊齒類及異子石松類已啓其端之原葉體之退化，絕不停止，且更激進其步武，故有性無性兩世代之交替，遂至不明，在被子植物，此種交替，完全消滅矣。

裸子及被子植物，亦與異子羊齒植物同，常有大小二種之孢子，各着生於不同之孢子囊內，小孢子囊中含有多數之小孢子，大孢子囊，大抵含有一個之大孢子。且大孢子囊，大抵有一個包膜，被覆於其上，一如滿江紅屬，而包膜不僅掩覆大孢子囊而已，且與後者之膜壁，為堅固之合着，形成一種特別之器官，是曰胚珠。胚珠成熟發育後，即成種子。胚珠及種子，實為裸子及被子植物所特有之器官，在其他植物體中，極為稀見者也（例如石松類中 *Lepidocarpon* 或 *Miadesmia* 之化石植物，第五一五頁），故合稱此兩植物羣為種子植物 *Spermatophyta* 云。小孢子囊，着生於數個乃至多數之孢子葉，大孢子囊亦着生於一個乃至多數之孢子葉。孢子葉之形狀，必常與營養葉大異。

在裸子及被子植物，對於小孢子，小孢子囊及其他等，有向來慣用之術語。蓋此等術語，自學術上之立場觀之，學習頗為不便，似應以全廢為是，惟習用已久，未能廢焉。故以下往往沿用此等術語。此等術語，大抵如次。

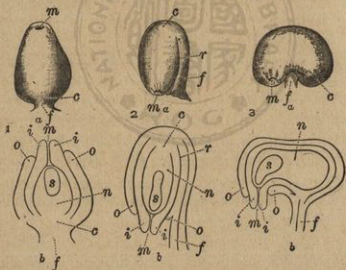
| | |
|-------------|--------------|
| 小孢子……………花粉 | 小孢子囊……………花粉囊 |
| 小孢子葉……………雄蕊 | 大孢子……………胚囊 |
| 大孢子囊……………珠心 | 包膜……………珠皮 |
| 大孢子葉……………心皮 | |

孢子葉團集於一個中軸之周圍，造成花，一如羊齒植物中之木賊

及石松兩類。裸子植物之花，形成圓錐體，但在被子植物，其中軸通常極短，通俗所謂花者，即指此而言。且在後者，花不僅由孢子葉造成，與通常營養葉之大小色彩皆異之無性葉亦與之雜生。此等葉名曰花被。

大小二種之孢子葉，或雜生於一個之花內，或分別着生於不同之花內，甲曰兩性花或曰兩全花，乙曰單性花。由大孢子葉造成之花（所謂雌花）與由小孢子葉造成之花（所謂雄花）生於同一株時，曰一家花（雌雄同株），生於異株時曰二家花（雌雄異株）。

胚珠之生於孢子葉上時，在後者發生一名曰胎座之隆起，胚珠以名曰珠柄之柄（第三三七圖，f）與胎座連結。珠柄中通細長之維管束，以為胚珠運輸養料之用。胚珠本體與珠柄相接之點曰合點（同圖



第三三七圖 胚珠之構造(Giesenhagen 及 Prantl) (1)直生胚珠 (2)側生胚珠 (3)橫生胚珠 a.全形 b.縱切 (m)珠孔 (c)合點 (f)珠柄 (r)脊 (o)外珠皮 (i)內珠皮 (s)胚囊 (n)珠心

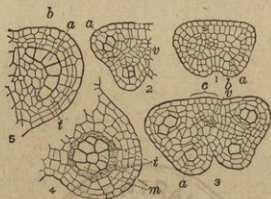
e)。胚珠由一個之大孢子(s)與與此堅固合着之一至二葉之包膜(珠皮,同圖 0, i)而成,包膜被覆於大孢子囊膜壁之上,與之合着,頂部有孔口,便於大孢子與外界之交通,此孔口曰珠孔(同圖 m)。胚珠之形狀,種種不一,胚珠之軸與珠柄成一直線者曰直生胚珠(同圖 1),胚珠與珠柄,由側部合着者曰倒生胚珠(同圖 2),其合着之線曰脊。胚珠之略行彎曲者,名曰橫生胚珠(同圖 3)。

小孢子囊之着生於孢子葉上,例如在蘇鐵類,後者以開放之形態而有在,前者則數個相聚集而成囊堆,着生於此開放之葉之各處(第三六二圖 2),但如此者極稀,有小孢子囊之葉,大抵由柄(花絲)與有小孢子囊之部分(藥)而成。一雄蕊中之孢子囊數,雖無一定,然如第三六二圖所示之多數者,極為稀見,大抵以二至四為普通(第三三八圖中有四個)。藥由同形之兩半而成,兩半之間,有所謂連結帶(v)者連結之,各半有一至二個之小孢子囊(花粉囊,第三三八圖 p)。



第三三八圖 百合屬藥之橫切面模式圖 (1)幼稚者 (2)較老成者 (3)成熟者 (p)花粉囊 (v)連結帶中之維管束,幼稚時,藥各半中之花粉囊雖各自分離(1,2),然成熟後則互相交連(3)

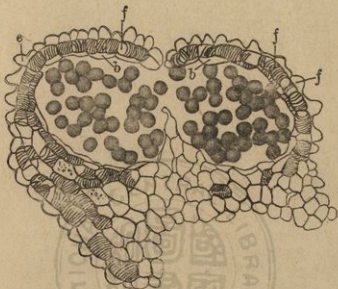
小孢子囊,由雄蕊表皮下之一羣之細胞而生。若檢視雄蕊之極幼稚者之切面,可見其構成之細胞,無形狀及大小之差。及稍長成後,此等細胞間,發生若干之差異,表皮直下一至數個細胞,先行分裂(第三三九圖 1, a, b 由此分裂而生者也)。且此分裂,發生於雄蕊之四隅,此處特富於細胞質,與他處異,生成較肥大之數個之細胞(同圖 2, a, 在此圖中,此等細胞之細胞質,雖未繪明,但為便於了解計,特以粗線



第三三九圖 藥之發育 (Warming) (1) *Doronicum macrophyllum* 之極幼稚之藥之橫切 (2) 同上之稍老成者, 橫切面之一部 (3) 同上之更老成者 (4) 睡菜 (*Menyanthes trifoliata*) 之老成藥之橫切面之一部 (5) 薄荷屬 (*Mentha*) 藥橫切之一部 (c) 連結帶 (v) 連結帶中之維管束。其餘圖解見本文

表示其細胞膜), 是即胞原組織(同圖 3)。此組織其後更為數回之細胞分裂, 生成多數之孢子母細胞 (同圖 4, m)。故若觀已達如第三三九圖 4 之階段之花粉囊, 則其構造如次。內部有孢子母細胞 (m), 其周圍有絨氈組織 (t), 其最外層為表皮, 表皮之內層, 其後其細胞膜發生螺旋紋, 故有纖維層之名。纖維層與絨氈組織之中間層, 及絨氈組織, 當孢子由母細胞分裂而生之際, 皆行破壞。第三四〇圖所示者為成熟之花粉囊, 可見纖維層 (f) 已發生螺旋紋, 而 (b) 之一層, 正在破壞中。

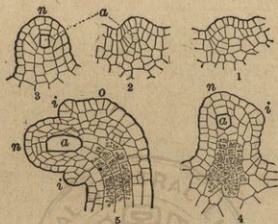
試觀胚珠之發育, 最初不過大孢子葉上所生之一小丘而已(第三四一圖 1)。其後此小丘日見生長, 於是發生內珠皮之始原(同圖 4, i)。後者漸次生長, 珠心(同圖 5, n)與內珠皮(同圖 5, i)之差別, 始判然分明。其後內珠皮之外側, 發生外珠皮之始原(同圖 5, o), 兩珠皮及



第三四〇圖 油點草(*Tricyrtis hirta*)之成熟之藥之一半，二個之
花粉囊，已相交連 (e)表皮 (f)纖維層 (b)破壞中之一層 $\frac{80}{1}$

球心益行肥大生長，遂至生成成熟之胚珠焉。今觀胚珠之最幼稚者，皆由形狀大小相同之細胞構成(同圖 1, 2)，至於其已成長肥大者，則其表皮直下之數個細胞行細胞分裂，由此分裂而生之細胞中，有特別肥大而富於細胞質，與其他之細胞，顯然不同者，是為胞原組織。第三四一圖 3, 4, 5 所示之胞原組織，雖僅由一個之細胞(a)而成，然通常不必皆然，由數個之細胞而成者，亦不乏其例。

試觀小孢子囊內小孢子(花粉)之發育，孢子母細胞最初互相連結，如第三三九圖 4 所示，其後個個分離，成為球狀。各母細胞連續為二回之核分裂，及二回之細胞分裂，生成四個之小孢子(第三四二圖)。又觀大孢子囊內大孢子之發育，胞原組織，不如小孢子囊中之分裂為多數之孢子母細胞，胞原組織之細胞，直接變成母細胞，或僅為



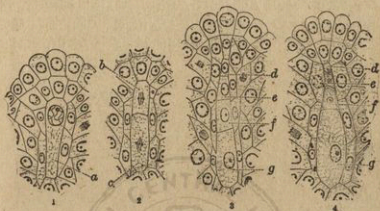
第三四一圖 醋栗屬(*Ribes*)胚珠發育之初期(Warming)

(a)胞原細胞 (n)珠心 (i)內珠皮 (o)外珠皮



第三四二圖 蔥(*Allium fistulosum*)之花粉(小孢子)之發育(石川)

(1)花粉母細胞 (2),(3),(4)母細胞之核分裂 (5)細胞分裂終了後，生成二個子細胞 (6),(7)各子細胞之分裂 (8)各子細胞分裂之結果，生成四個之花粉(左方可見四個花粉，右方之圖中，一箇隱於表面，不可得見。大行麻大)



第三四三圖 薑草(*Canna indica*) 胚囊發育之順序(Wiegand) (1) (a)胚囊母細胞 (2)(1)之(a)分裂而生(b)(c)之兩細胞 (3)發生第二分裂 生成(d),(e),(f),(g)之四細胞。(4)(d),(e)(f)之三細胞漸次萎縮,(g)發達為胚囊

一回之分裂，先成爲二個之細胞，其中之一，即成母細胞焉(第三四三圖 1)。其後此母細胞，連續爲二回之分裂，生成並立爲一列之四個細胞(同圖 2,3)其中之一，獨生長而肥大(同圖 4,g)，成爲大孢子(胚囊)，其餘三個(d,e,f)，漸次萎縮而消滅。此外有時孢子母細胞分裂而爲一列三個之細胞，此際一個變成大孢子，其餘二個，皆行消滅。

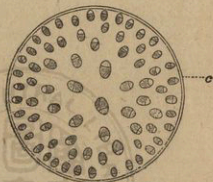
授精由於精蟲而行之事，極爲稀有，多數由於不動之雄精細胞。且此際大孢子囊(珠心)絕不自行裂開，故大孢子蟄伏於囊內，授精法自與羊齒植物，大異其趣。小孢子由風或昆蟲等之媒介，到達胚珠或柱頭，先生成長管(花粉管)。花粉管經珠孔而與大孢子囊相接後，穿入其內，到達於大孢子而行授精焉。

大孢子囊至授精之後，尙留母體內，授精終了後，由其中之卵子，生成胚，自不待論，胚珠變爲種子，珠皮變爲種皮。及成熟後，種子始自母體分離。

莖之解剖的構造，中心柱約有二種。其一即於裸子植物及裸子植物中之雙子葉植物常見之物，並生維管束，排列成環狀，其間有髓線，中心有髓（第二六〇圖），即所謂真正中心柱，在羊齒草中，木賊屬等亦有之，已如前所述矣（第四二九頁）。其二可見之於被子植物中之單子葉類，維管束散在於莖之橫切面之全部，故無髓（第三四四圖）所謂不整中心柱者是也。因維管束之排列，不如真正中心柱之齊整，故有此名。中心柱之外，有表皮及皮層，有時可見內皮層。

試觀根之解剖的構造，外有表皮，皮層次之，頗為發達，有內皮層，其中所含之中心柱較小，其維管束，屬於放射型，已於第四三三頁述之矣（第二六一圖）。

通常合稱裸子及被子植物為顯花植物（Phanerogamae）有時曰種子植物（Spermatophyta）。然花之存在，不必定限於裸子及被子植物，例如羊齒植物中，木賊及石松兩類，大抵皆有之，已如前述矣。但種子除數種之化石羊齒植物外，惟裸子及被子植物有之，故合稱二者為種子植物，較稱為顯花植物，稍為合理也。



第三四四圖 不整中心柱 (c) 表皮及皮層，但皮層之發達極為微弱，或謂全不發達亦可

第十四章 裸子植物^①(Gymnospermae)

孢子體 現時地球上所生存之裸子植物，皆為樹木，分枝或不分枝。維管束甚發達，為並生型，並立於幹之橫切面，作環狀，為所謂真正中心柱。木部由假導管而成，毫無導管之雜在（麻黃類除外）。木部及篩部之間有形成層，故幹能年年肥大生長，生成年輪。葉通常能越年，其質頗強韌，作鱗片狀針狀等，有可及的縮小其面積之傾向。但例外者甚多，例如蘇鐵科之生成偉大之羽狀複葉者是也。葉之維管束為並生型或同心型。

花為一家花或二家花。小孢子囊蘇鐵科，多數團集而造成囊堆，着生於孢子葉上面之諸處（第三六二圖 2），縱裂後散出孢子。在毬果植物類，孢子葉為橢形，數個之小孢子囊，着生於其裏面，其狀一如木賊科所見（第三八七圖 7）。大孢子葉，在蘇鐵屬（*Cycas*），上部分裂為羽狀，數個之胚珠，着生於此葉之緣邊（第三六三圖）。在毬果植物類，唯扁柏科有頂生雌花，各由數個輪生之大孢子葉而成，後者之上面，有一至數多之胚珠。在其他諸科，雌花通常生於苞腋，所謂腋生者是也。孤生，或羣生而成花序，各由大孢子葉而成。或有具鱗片狀之花被者（麻黃類）。

在毬果植物及其他，雌性器通常為長圓錐形，故此曰圓錐體或曰穗花，成熟而生種子後，稱曰圓錐果或曰毬果。圓錐體之形態學的性狀，並無一定，或與一個之花相當（例如扁柏），或與一個之花序相當（例如樅），故此類雌性器之形態學，頗為複雜，故關於此之學者之見解，亦不能一致，其詳細當於各類中分別論述焉。

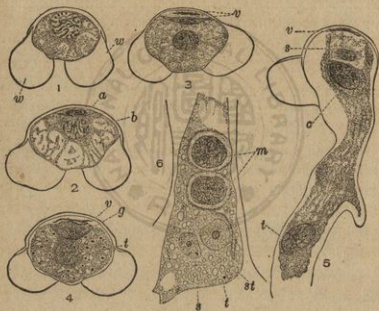
胚珠除竹柏屬（*Podocarpus*）外，皆為直生，多數具一葉之珠皮，亦有少數具二枚珠皮者。

裸子及被子植物間最顯著之差異之一，在後者大孢子葉旋卷而

造成完全包圍胚珠之子房，反之，在前者，孢子葉在開放之狀態而存在，並無造成子房之事，故胚珠露出於外是也。此被子及裸子植物之名之所由起也。

配偶體 蘇苔羣之配偶體，比較的發育甚佳，在羊齒植物羣，則配偶體已見退化，其中如水生羊齒，及異子石松類者，其退化之步武，更形激進。至於裸子植物，此種退化，仍繼續進行。

小孢子(花粉) 具內外之二膜，外膜厚而硬，內膜薄而軟弱。又



第三四五圖 *Pinus Laricina* 花粉管之發育 (Coulter, Chamberlain) (1) 花粉之幼稚者 (10)羽翼 (w)花粉細胞分裂為(a)(b)之兩細胞，(b)其後伸長為花粉管 (3)(2)之(a)分裂為二個之細胞(v)，其一(上方在)隨即破壞 (4) (3)中之下方之(v)分裂，其一隨即破壞，其一生存成為生殖細胞(g)，故除管細胞(t)外，可見二個已破壞之細胞(v)及一個之生殖細胞(g) (5) (c)精細胞 (c)中心細胞 (t)花粉管之核 (v)已破壞之細胞 (6)(m)雄性細胞 (st)液粉

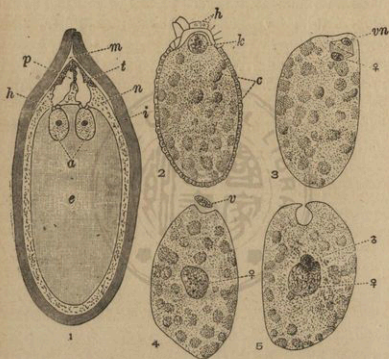
往往具二個羽翼(第三四五圖 1, w)。羽翼爲充滿空氣且有乾燥細胞膜之囊, 甚輕, 使小孢子易因風飛散。小孢子發芽後由數回之細胞分裂, 於其中生成一個非常退化之雄性原葉體。此原葉體之成熟者, 例如在松屬, 僅由四個之細胞而成, 其中之一, 爲後發生雄精細胞者, 故稱曰**生殖細胞**(第三四五圖 4, g), 其餘之三細胞, 皆爲營養細胞, 其中之二個(同圖 4, v), 發生之後, 隨即破壞, 故在圖 4 中, 僅留其痕跡而已(圖中繪成黑波線之狀者), 其餘之一個(t)爲最大之細胞, 在羊齒植物中, 鮮見其匹, 有造成花粉管之任務, 故有**管細胞**之名。小孢子之外膜裂開時, 管細胞伸長, 自裂隙吐出, 生成花粉管(同圖 5, 6)。與此同時, 生殖細胞分裂爲大小二個, 小者稱曰**柄細胞**(同圖 5, s), 大者曰**中心細胞**(同圖 5, c), 中心細胞, 其後分裂, 生成二個之雄精細胞(同圖 6, m)。

花粉管之造成, 於羊齒植物, 雖不可得見, 然在槐葉蕨屬, 當小孢子發芽之際, 其中所生之雄性原葉體之上部, 往往突破孢子之膜壁及孢子囊, 略露出於其外(第三〇四圖 1), 是可謂略與種子植物之花粉管造成相類似之現象也。

大孢子(胚囊)之發芽之狀, 酷似卷柏族。即最初其中所存之一核, 屢次分裂, 發生數百個之核, 其後此等核間, 一齊發生細胞膜, 於大孢子內發生由多數細胞而成之雌性原葉體(第三四六圖 1, e)。此原葉體終身隱匿於大孢子之內, 絕不露出於其外。細胞中貯有澱粉、蛋白質等之養料, 以供胚之用, 故名曰**胚乳**。其頂部有二至數個, 間有數十個之藏卵器(同圖 1, a), 其構造與羊齒植物之藏卵器略同。惟僅有頸細胞而不具頸溝細胞, 是其異點耳。頸細胞(h)通常有二段, 各段有四個之細胞, 但由二個細胞並列而成者, 亦不乏其例。中心細胞, 在授精前分裂, 生成小形之腹溝細胞(同圖 4, v)與大形之卵球(♀), 前者隨即破壞而消滅。

授精之際, 胚珠自珠孔分泌溶解有種種物質之黏液, 小孢子因風飛散, 至珠孔之傍, 黏着於此液中。小孢子發芽而生花粉管時, 管貫通

孢子囊之組織而發藏卵器之頸部(同圖 1, p), 分開頸細胞, 其末端到達於卵球(同圖 1, t), 此時管端破裂, 雄性細胞脫出。初在花粉管內, 由中心細胞生成二個之雄性細胞, 故管內除此之外, 尚有一個柄細胞與管細胞核。花粉管破裂時, 此等皆得流入卵球之內, 然除一個之雄

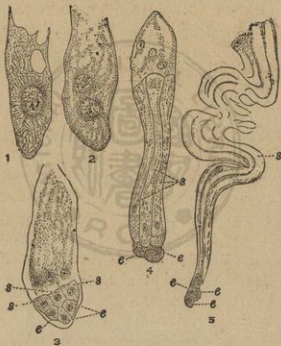


第三四六圖 赤松 (*Pinus densiflora*) 之胚珠及授精 (1) 胚珠 (1) 珠皮 (n) 珠心 (a) 藏卵器 (h) 頸細胞 (c) 胚乳(雌性原葉體) (m) 珠孔 (p) 花粉管 (t) 先端已伸入藏卵器頸內之花粉管 (2) 藏卵器 (c) 中心細胞 (k) 中心細胞核 (3) 中心細胞核分裂, 生成腹溝細胞核 (vn) 與卵核 (♀) (4) 腹溝細胞 (v) 破壞中, 其下之大細胞為卵球, ♀ 為卵核 (5) 卵球授精中, 雌雄核正在接合 (1) $\frac{20}{1}$ 其餘皆 $\frac{90}{1}$

精細胞之外，皆於其中消滅，唯此雄精細胞之核，與卵核合着(同圖5)，而完成授精。

此際雄精細胞之入卵球內，非由於自身之力，乃由於花粉管內細胞質之運動，或由於其膨壓。但在蘇鐵及銀杏兩科，自中心細胞，發生二個有纖毛之精蟲，精蟲自行運動，可達卵球。

授精終了，由雌雄核之合着而生之核(第三四七圖 1)，行數回之



第三四七圖 杉(*Cryptomeria Japonica*) 之授精結果 (Lawson)

(1)授精直後之卵球，其中之核為芽核 (2)同，芽核先分裂，生成二個之核 (3)數回核分裂之後，於卵球之下部，造成由二段之細胞(s,e)而成之小組織 (4)(3)之上部(s)伸長而為胚柄 (5)胚柄(s)愈伸長，

(e)亦分裂，增加其細胞數 (1),(2),(3),(4) $\frac{230}{1}$ (5) $\frac{110}{1}$

分裂(同圖 2),生成數個之核。此等之核,皆積集於藏卵器之基部,繼之於其間發生細胞膜,成一小組織(同圖 3)。此組織由二段之細胞(同圖 s,e)而成,其後上段之細胞,伸長甚力,變成絲狀之胚柄(同圖 4,5,s)下段之細胞(同圖 4,5,e)因此深入胚乳之內,屢行細胞分裂,而變為胚。授精之結果,不但卵球變為胚而已,且包膜(珠皮)亦變為肥厚之種皮。故胚珠之經授精作用者,由胚、胚乳及肥厚之種皮而成,是即種子。是故種子為無性及有性世代之集合體,胚及種皮,屬於無性世代,胚乳則屬於有性世代。

一個之大孢子中,有數個之藏卵器,且其中之卵球,大抵皆經授精,但發達而為胚者,通常不過一個而已,但間有二個以上發達而成胚者。

在異子羊齒植物,大孢子囊,先自母體分離,然後大孢子內發生原葉體,囊及孢子之膜壁裂開,露出原葉體之一部而行授精,以此為常。但在裸子植物,即大孢子之一部,亦不露出於囊外,如前所述,且授精常於大孢子囊尚未自母體分離之前,即已發生,授精終了而生成胚,經若干之時日後,大孢子囊與包膜皆成種子,其後始與母體分離,此為通則。但例外者,並非無之,例如在卷柏族中之某種,大孢子囊尚未與母體分離之前,已行授精而生胚(第五一一頁),反之在蘇鐵與銀杏之二科中,有時胚珠自樹落下之後,始行授精作用者亦有之。

種子之已成熟者,自樹落下;多數經過若干之休眠期後,始行發芽,其中之胚發育而造成新植物焉。

裸子植物之授精中,最堪特筆者,授粉與授精之間之時期,頗為長久是也。其極端之例,如松屬等,例如在東京,每年五月左右授粉,花粉已達胚珠,然其時胚珠內尚未發生大孢子,至翌年春期,始於胚珠內發生原葉體,生成藏卵器,至六月間,始行授精,及秋,種子乃得成熟,故在此屬,自授粉以至授精,其間需要一年以上之久。此外如銀杏於四月下旬,即已授粉,自其年之八月至九月上旬之間,始發生授精(於東京觀察)。蘇鐵則自六月下旬至七月上旬之間,發生授粉作

用，自當年九月下旬至十月上旬之間，始行授精（在大隅種子島所行之觀察）。此外皆久者一年，速者亦非數月不可。

總括以上所述，在裸子植物中，最可注意之事項如次。

(一)原葉體非常退化，其中雌性原葉體，全體不露出於大孢子外。且大孢子之膜壁及大孢子囊，皆不自行裂開，故小孢子自趨達胚珠，生成花粉管，到達原葉體，始得行授精作用。

(二)雄精細胞，通常無運動力。

(三)包膜固着於大孢子囊，造成所謂胚珠。胚珠經授精後，變成所謂種子。

(四)授精大抵行於胚珠向未自樹落下之前。

裸子植物之分類如次。

(一)羊齒狀種子植物類

(二)蘇鐵類

(三) Bennettitales

(四) Cordaitales

(五)銀杏類

(六)毬果植物類

(七)麻黃類

第一 羊齒狀種子植物類^① (蘇鐵羊齒類)

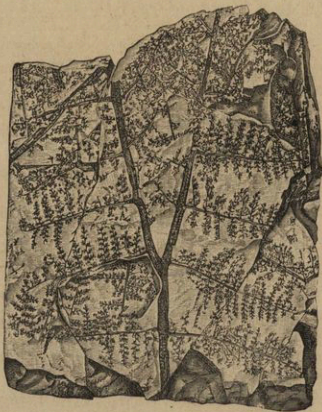
Pteridospermae (Cycadofilices)

羊齒狀種子植物類，為生育於太古代中泥盆、石炭、及二疊之三紀，其後絕滅之植物，兼有羊齒類與蘇鐵類之形質，在植物系統學上，為頗堪注目之種類也。

此植物之莖幹，纖細者直徑約 3mm. 許，其粗大者，除皮部外，有達 14cm，通常大抵在 4—8cm. 之間者為多數。葉之外形，完全與羊齒類無異，為二回、三回或四回之羽狀複葉（第三四八圖，第三五〇圖）。此類之葉，如何酷似羊齒類，由屬於此類之種種種類，久被誤

認爲羊齒類，亦可推察而知矣。

此等植物，最初爲化石學者所知時，僅有其營養器官之印跡，故此等學者，鑑定爲羊齒類，是不足怪，因此學者錫以 *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Alethropteris* 等之屬名。及其後發生真正之化石，有從事於其解剖的研究者，其莖及葉，有特異之構造，始得分明。



第三四八圖 *Lyginodendron* (= *Sphenopteris*
Hoeninghausii)之葉之化石(Potonié) $\frac{1}{2}$

羊齒狀種子植物之主要者有三，*Lyginodendron*，*Heterangium* 及 *Medullosa* 等是也。

Lyginodenpron Oldhamium 被鑑定為羊齒類之際，名曰 *Sphenopteris Hoeninghausii* (第三四八圖)，其莖之解剖的構造 (第三四九圖 2)，中央有髓 (p)，其外有五至八個之維管束，包圍之，成所謂真正中心柱。初生木部中，後成木部向原成木部 (px) 之內外兩方向發達 (a, b)，形成所謂中位束。尚有形成層 (同圖 1, k)，司莖之肥大生長，因此而生之後生組織 (c, sp) 之形態，極似蘇鐵科之組織。

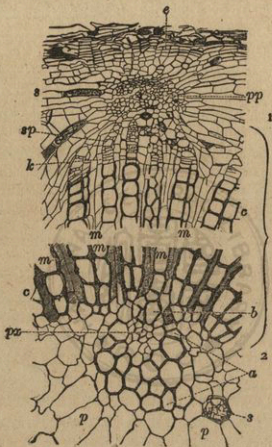
Heterangium 亦鑑定為羊齒類，初名曰 *Sphenopteris elegans* 者是也 (第三五〇圖)，莖有原生中心柱，即無髓，中心有木部，髓部包圍之，故較之 *Lyginodendron*，構造為原始的，與原始的小囊羊齒族之莖相似。維管束因有形成層，故能為肥大生長，且有中位束等，與 *Lyginodendron* 無異。

當 *Medullosa* 被鑑定為羊齒類時，其名為 *Neuropteris* (第三五一圖) 葉為多柱，與大多數之羊齒類同。有三個以上之分柱之存在，其狀與蕨屬之莖類似 (第三五二圖)，故其構造頗為複雜。各中心柱 (z) 之中心有木部，因形成層之作用而產生之後生木部，包圍於其外。故此屬為多柱，且能行第二期之肥大生長。如此情形，在現存植物中，鮮見其匹。

總之，以上所述之植物，其外形完全與羊齒類同，至於其解剖的構造，或具原生中心柱，或有多柱，即有真正中心柱時，因維管束屬於中位型等理由，類似羊齒類。然由肥大生長而生成之後生組織，其形態頗與蘇鐵科之莖相似。是蘇鐵羊齒類之名之所由起，此名蓋表示此類兼有羊齒類與蘇鐵類之兩種性狀者也。

初，吾人關於此類之知識，僅限於營養器官，其後由諸學者之研究，發見此類之生殖器官，於是其兼有羊齒蘇鐵兩類之性狀一事，愈形明顯矣。

最初着手研究羊齒狀種子植物類之種子者，為英國之化石學者



第三四九圖 *Lyginodendron Oldhamii* 幹之解剖的構造
 (Williamson & Scott) (1) 近於周邊之部分 (2) 近於中心之部分
 (e) 外皮 (p) 髓 (m) 髓線 (s) 分泌囊 (px) 原成木部 (a) 求心
 的後成木部 (b) 離心的後成木部 (c) 後生木部 (k) 形成層
 (pp) 初生篩部 (sp) 後生篩部 (1) $\frac{52}{1}$ (2) $\frac{100}{1}$



第三五〇圖 *Heterangium Grievii*(=*Sphenopteris elegans*)

之葉之化石 (Stur) $\frac{2}{1}$





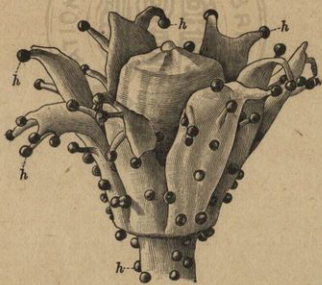
第三五一圖 *Medullosa* (= *Neur. pteris heterosphylla*) 葉之化石之一部 (Kidston)



第三五二圖 *Medullosa anglica* 莖之橫切模式圖 (Scott) (a), (b), (c) 示自中央之幹所出三個葉之大基底 (x) 中心柱, 其中心為初生木部, 包圍其外者為後生木部 (v) 附屬小維管束 (l) 至葉中之小維管束 (e) 外皮

Oliver及Scott二人，彼等斷定產於英國之挾炭層，名曰 *Lagenostoma Lomaxi* 之化石為屬於羊齒狀種子植物類之 *Lyginodendron* 之種子云。

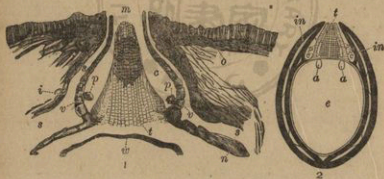
此化石之外觀，如第三五三圖所示，內有一個之種子，外有碗狀器包圍之，恰似山毛櫸科植物之果實，有殼斗包圍其外者相似。此殼斗狀器，其後裂開，露出其中所包含之種子，狀如此圖所示。試觀種子之構造，最外部有包膜(珠皮，第三五四圖 1, o, i; 同圖 2, in) 其中包含一個之大孢子囊(珠心, n)，包膜之大部分，與大孢子囊之膜壁合着，僅其上部，與之分離。又大孢子囊之頂部，有圓錐形之柱狀突起(t)，突起之外，有圍繞於其外之障壁狀膜壁(v)，此障壁與突起之間之狹隘之間隙(o)，為授精之目的而入內之小孢子之停留處，往往



第三五三圖 *Lagenostoma Lomaxi* 之複製模型 (Oliver & Scott)
(h) 殼斗狀器上之腺毛

在此處可見小孢子 (p), 故此間隙有花粉室之名。此大孢子囊內所含之一個大孢子 (胚囊) (同圖 2, e), 當發生雌性原葉體 (胚乳), 原葉體雖應生藏卵器 (a), 然尙未有目擊之者。不但如此, 此種子之胚, 尙未發見。由以上所述者考察之, 羊齒狀種子植物類之種子之構造, 頗與蘇鐵類相似, 其中有花粉室之存在之一點, 可謂完全符合者也。(參考第三六四圖)。

上述之 *Lagenostoma Lomaxi* 爲 *Lyginodendron* 之種子, 因前者之殼斗狀器上所有之腺毛 (第三五三圖 h), 其形態與後者之莖、葉柄、羽狀小葉等所有者相符而斷定者也。僅以如此之理由, 則其斷定之根據, 不但薄弱, 且此等種子, 果發生於葉之如何之部分, 亦未分明。然而其後獲得有殼斗狀器之一種 *Lagenostoma Sinclairi* 之着生 *Sphenopteris* 型之葉之化石之印跡, (第三五五圖), 始證明前條



第三五四圖 *Lagenostoma Lomaxi* 之縱切 (Oliver & Scott)
 (1) 僅示上部 (m) 珠孔 (c) 花粉室 (p) 花粉 (w) 大孢子囊壁 (t) 柱狀突起 (o) 外種皮 (l) 內種皮 (n) 球心之上部 (v) 障壁狀膜壁 (s) 此膜壁與球心間之空隙, 約 $\frac{70}{1}$ (2) 模式圖 (e) 胚乳 (大孢子) (a) 藏卵器 (in) 球皮

斷定之不誤。在此之前，尚發見 *Neuropteris heterophylla* 之着生種子者(此種子有 *Rhabdocarpus* 之名)(第三五六圖, Kidston), 此外在 *Aneimites* 及 *Pecopteris*, 亦有同樣之發見, 種子着生於葉之狀態始明。孢子葉較之營養葉, 形態無甚差異, 種子着生於數回分枝之孢子葉之最末枝條。且孢子葉不形成圓錐體。故羊齒狀種子植物, 以具有種子之一點, 與一般顯花植物相似, 但以無圓錐體(花), 與之相異。法國之學者 Van Tieghem 稱此類植物為無花顯花植物, 豈無理耶。

雄性器亦稍為世人所知。例如 *Lyginodendron* 之雄性器, 從來認為羊齒類之生殖器, 有 *Crossothea Haeninghausii* 之名稱。各雄



第三五五圖 *Lagenostoma Sinclairi* (Arber) (1)葉之末枝之一部, 有有殼斗之種子 (2)同。放大二個之種子 (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{5}{1}$

性器，有數個之小孢子葉（第三五七圖），各小孢子葉（雄蕊）具有長柄（同圖 2）。自葉片裏面之緣邊，懸垂六至七個之小孢子囊。囊長約 3mm. 許，成熟時略向外屈曲，故各雄蕊之形狀，頗似海軍大禮服之肩章（同圖 2）。

關於配偶體，雖有若干之研究，然尚不甚詳細。

總之，羊齒狀種子植物類，其外觀雖似羊齒類，然產生如蘇鐵類之種子，而其營養器官之構造，又兼有羊齒類與蘇鐵類之形質。此類



第三五六圖 *Neuropteris heterophylla* (Kidston) 種子着生於有
葉小柄之狀 $\frac{2}{1}$

植物，在系統學上，頗堪注目者，其理由蓋在此也。



第三五七圖 *Crossothea Hoeninghausii* (Kidston 及 Zeiller)
有成熟小孢子囊之孢子葉之一部 (1)化石攝影 (2)寫圖(軸有九個
小孢子葉之着生)比較 (1) 與 (2), 可了解孢子葉之構造 (1) $\frac{25}{1}$
(2)廣大

在上述之處，以蘇鐵羊齒類為羊齒狀種子植物之同義語。夫蘇鐵羊齒類之名稱，最初為柏林之化石學者 Potonié 所創定之語，為外觀似羊齒類，而營養器官之構造，則兼有羊齒類與蘇鐵類之性質之化石植物之總稱。故 Potonié 之所謂蘇鐵羊齒類者，是否皆能產生種子，尚未分明。羊齒狀種子植物類之一語，乃 Oliver 及 Scott 之兩學者特為蘇鐵羊齒類中之產生種子者而設，此兩語之意義，其間有廣狹之別。但經後來之研究，於種種之蘇鐵羊齒類，發見種子，由此推測之，若後來此種研究之步武，尚依然進行，則此類皆有產生種子之力，必能闡明，此種推測，當非無理者也。若然，則此二語，勢必成為同義語。茲

實行使用者，蓋由於此類研究之預察也。若由後來之研究，證明蘇鐵羊齒類中，有不產生種子者，則此語之意義，自與羊齒狀種子植物異矣。

第二 蘇鐵類 \ominus Cycadales

蘇鐵類之莖幹，或短矮，終身為塊莖狀者 (*Zamia*, 第三五八圖 1)



第三五八圖 *Zamia floridana* (北美產)之雌株 (Wieland) (1) 全形 (s) 木幹(生育於地下) (t) 舊枝之痕跡 (r) 主根 (w) 後生根

(2) 放大(1)之圓錐體 (3) 有二個胚珠之孢子葉 (1) $\frac{1}{8}$ (2) $\frac{1}{4}$

(3) $\frac{1}{2}$

有之，或成肥大之柱狀而直立，高達 20M. 者（蘇鐵，*Cycas*，第三五九圖，第三六〇圖）者亦有之，爲柱狀者，往往分枝。葉通常爲羽狀複



第三五九圖 蘇鐵(*Cycas revoluta*)之雌株攝影 有花(攝於肥前五島)



第三六〇圖 蘇鐵之雌株攝影 有花(攝於大隅種子島)

葉，頗為偉大，有長達三 m. 者，多着生於莖及枝極之末端。故如此之蘇鐵類，宛如木生羊齒或棕櫚科植物。葉頗堅硬，能生存至數年間之久，幼稚時旋捲作渦卷狀，一如羊齒。以上為尋常葉，此外尚有鱗片葉，往往作三角形，先端甚尖，毛密生於全面，狀如絨氈。此等鱗片葉，在某種類，終必枯死，但在蘇鐵屬，決無枯死之事，莖之全面，為此等鱗片葉及已枯落之尋常葉之基底所掩蔽，毫無空隙。

試觀莖之解剖的構造(第三六一圖)，中心有髓(p)，甚大，約占莖之直徑三分之一，其外有多數排列成環狀之並生維管束包圍之，但甚發達，甚為微弱。維管束之外，有皮層，發達頗佳，即在此圖，亦可見其占有橫切面之大部分。皮層中散在之黑線，示自葉而來之維管束，斜



第三六一圖 *Zamia floridana* 莖之橫切 (Goultier) 約 $\frac{70}{1}$ (p)髓
(c)皮層

被切斷之狀。

在數屬中 (*Zamia*, *Dioon*, *Stangeria*, *Ceratozamia*), 形成組織, 除初生者外, 絕無新生, 故無顯著的後生的肥大生長, 然在蘇鐵屬等, 則初生木部之外, 特新生形成層, 由是發生木部, 且此舉能反覆至數十回之多, 故莖得生十數層之環狀木部帶焉。

莖之維管束, 爲內位束, 在系統上, 可謂有最進步之構造, 然葉及某屬之花梗之維管束, 則爲中位束, 是在羊齒類或裸子植物, 僅得見之於羊齒狀種子植物之莖, 實爲原始的構造也。要之, 蘇鐵類之莖, 雖已無此構造, 然葉及花梗, 則尚保存之, 此可爲此類較其他裸子植物 (羊齒狀裸子植物除外) 爲原始的之一證也。維管束無導管, 僅有假導管。初生之假導管, 有螺旋紋, 其次所生者, 有階紋, 其後所生者, 皆具裸子植物所有特異重緣孔紋, 莖之皮層及髓, 有充滿護膜質之黏液之管, 是曰護膜道云。

雌雄之圓錐體, 生於別株, 雌生於莖之頂端 (第三五九圖), 長形, 孢子葉 (雌蕊) 之數甚多, 着生於中軸之周圍, 作螺旋狀 (第三六二圖 1), 有扁平者 (同圖 2), 亦有作楯形, 其狀略如木賊屬之孢子葉者 (例如 *Zamia*)。各葉皆於其下面有多數之小孢子囊, 其數有時竟達一千云。小孢子囊或各個散在, 或每二至五個圍集爲囊堆 (第三六二圖 2, 3)。各囊自囊堆之中心向外爲放射狀之縱裂。且囊之膜壁, 由三至六層之膜壁細胞而成。如此, 在蘇鐵類, 小孢子囊之膜壁, 由數層之細胞而成, 及縱裂而散布孢子等點, 與羊齒植物中之小囊羊齒族不似, 卻與其囊羊齒族, 例如觀音座蓮科相類。

雌花與雄花同, 亦着生於莖或枝之頂端 (第三六〇圖)。茲有一應特記之事。即在普通之植物, 若花着生於莖或枝之頂端時, 此處之生長點, 完全爲花所利用, 此莖或枝, 因之停止其生長, 以後不能有絲毫之伸長, 然在蘇鐵類, 其莖或枝之頂端, 縱發生雌花, 生長點並不因此用盡, 故花之中軸, 後能伸長, 得再於其頂, 新生雌花焉。

雌花通常頗爲巨大, 例如東京帝國大學農學部植物學教室中所

藏之大隅種子島所產者，直徑約 40 cm. 高約 20 cm. 蘇鐵屬之大孢子葉(心皮)爲羽狀，緣邊有數個之胚珠(第三六三圖)，其中成熟者甚少，多數在中途即停止其生長。蘇鐵屬之大孢子葉，僅叢生於其莖之頂部，並不形成真正之圓錐體，但在其他等屬(例如 *Zamia*)，則與此



第三六二圖 蘇鐵之雌花 (1)全形 (2)一個孢子葉 (3)攝堆二個
左方者已裂開 右方者未裂開 (1) $\frac{1}{4}$ (2) $\frac{2}{1}$ (3) $\frac{19}{1}$



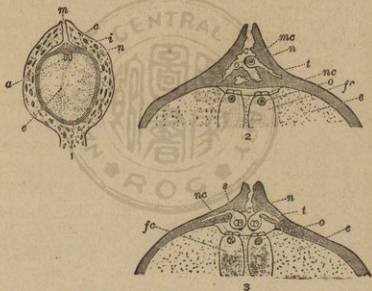
第三六三圖 蠶繭之大胞

子葉 約 $\frac{1}{1}$

相反，各大孢子葉為楯形，其側面有一個或二個之胚珠，圍集而造成一個真正之圓錐體（第三五八圖）。

一花中之大孢子葉，最初常向內方反捲，互相密接，雌花遂呈第三五八圖 2，或三六〇圖所示之形狀，胚珠因此隱而不見，然而至授精之時期，大孢子葉，却向外方反捲，雌花遂開，花粉能到達其珠孔。但經數日之後，大孢子葉，復向內方反捲，雌花閉，復其原形。

胚珠有肥厚之珠皮（第三六四圖 1, i）。此珠皮由三葉而成，內外之二葉多肉，中葉甚堅硬。此圖中所繪之胚珠，珠心之外，有一葉之膜



第三六四圖 蕨類胚珠之構造 (1)胚珠縱切(極幼嫩者) (m)珠孔 (e)花粉室 (i)珠皮 (n)珠心 (e)胚乳(雌性原葉體) (a)藏卵器 (2), 同, 老成者之上部 (i)花粉管 (o)花粉外皮之尚殘存者 (mc)雄性中心細胞 (fc)雌性中心細胞 (nc)頸細胞 (3)更老成者 (s)精蟲母細胞 (1)略膨大 (2) (3) $\frac{30}{1}$

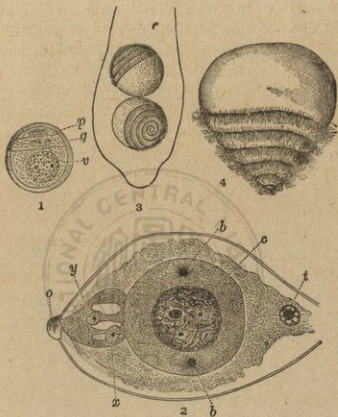
壁(n)，內部全部為胚囊所占。胚囊與羊齒植物之大孢子同，有強韌之膜壁(此圖之廓大度甚小，故膜壁不甚分明)，其膜壁內，發生雌性原葉體(胚乳，e)，胚囊內部，全為此物所占領。雌性原葉體之內，有二個之藏卵器(a)。珠心頂部之組織，略行破裂而生空隙(c)，花粉飛至此處，發生花粉管，故此有**花粉室**之名。

花粉內所生之雄性原葉，僅由三個之細胞而成，其中中央之細胞(第三六五圖 1, g)與藏精器相當，即所謂生殖細胞也，其他二個(p, v)為營養細胞，其中之大形者，(同圖 v)為管細胞。

花粉達花粉室內時，管細胞先行伸長，造成花粉管，此管穿入珠心之組織內(第三六四圖 2, t)，其後愈形生長分歧，蔓延於此組織內，其狀與根之在土中者彷彿。管之一端，隨向下方(同圖 3)。至此之時，珠心與藏卵器相接之部分，業已破壞，故花粉管之一端與藏卵器之間，有空隙之存在。

花粉管之此一端，在授精之前，有由生殖細胞之分裂而生之所謂柄細胞與中心細胞(第三六五圖 2, e)。故在授精之直前，花粉管之向胚囊之一端中，共有柄細胞之核(同圖 2, y)，原葉體之營養細胞核(同圖 2, x)，管細胞核(同圖 t)及中心細胞(同圖 c)，後者之形狀頗大，兩側各具一有明瞭之放射線之顆粒(同圖 b)，此當精蟲發生之際，具其纖毛之發生有關係之器官，名曰**生毛體**，但其本性，不外於核分裂之際時常所見之中心體也(參考第九頁)。中心細胞分裂，可產生二個之精蟲。精蟲(同圖 3, 4)頗為大形，即以肉眼，亦可得見。例如 *Zamia* 之精蟲，直徑為 0.22—0.33 mm。蘇鐵屬之精蟲，雖較此略小，然其直徑，尚達 0.2 mm。內外。頭部作螺旋狀，有多數之纖毛。

蘇鐵科中，除上述之蘇鐵屬及 *Zamia* 之外，在 *Stangeria*，*Dioon*，*Ceratozamia*，*Bowenia* 等屬，亦有精蟲之發見^②。且在此等諸屬，各花粉管內，發生二個之精蟲，亦與蘇鐵屬等無異。但據 Caldwell 之研究，Cuba 島某地所產 *Micro cycas calocoma*，^③各花



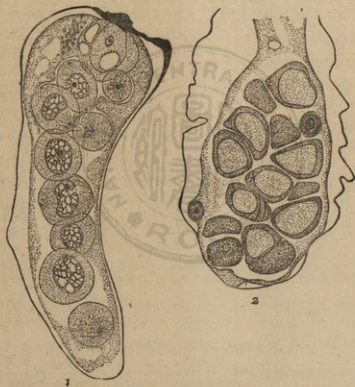
第三六五圖 蕨類之雄性器官 (池野, 三宅 及 Webber)

(1), (2), (3) 蕨類 (1) 花粉 (g) 生殖細胞 (p)(v) 營養細胞
 (2) 花粉管 (o) 花粉外皮 (c) 中心細胞 (t) 花粉管核 (b) 生
 毛體(中心體) (x)(y) 柄細胞及營養細胞核 (3) 二個精蟲,
 在花粉管內游走之狀 (4) *Zamia floridana* 之精蟲 (1) $\frac{500}{1}$

(2) $\frac{300}{1}$ (3) $\frac{60}{1}$ (4) $\frac{150}{1}$

粉管中，發生八至十個之中心細胞，(第三六六圖 1)，由各細胞產生二個之精蟲，故每個花粉管中，至少產生十六個之精蟲(同圖 2)云。且此種之雌性原葉體亦與普通者異，至少有二百個之藏卵器，有時且有倍於此數者(在他種，此數為二至十個)。

在普通之蘇鐵類，花粉管中，僅有二個之精蟲，毳果植物類之花



第三六六圖 *Microcyas Calocoma* 之花粉管 (Caldwell)

(1)九個之中心細胞，大抵皆可見生毛體 (2)九個之精蟲，皆為切面。

但在右方之第二個可見頂上有纖毛之部分 $\frac{450}{1}$

粉管中，則有二個之雄性生殖細胞。小囊羊齒族之藏精器內通常有二三個之精蟲。若承認蘇鐵類為由羊齒類進化而生者，(第六一二頁)則花粉管內之精蟲數不過二個者，可認為在進化之途中，精蟲減數之故，*Microcyas* 雖屬於蘇鐵類，然其花粉管內，有十六個之精蟲，可見此屬，較其他諸屬為近於祖先之羊齒類。蓋此屬在向來曾經研究之蘇鐵類之諸屬中，可謂最原始的種類也。

大孢子內，雌性原葉體(胚乳)生成後，未幾於其頂部產生二至十個之藏卵器(第三六四圖)。藏卵器由二個並立之頸細胞及一個之中心細胞而成(同圖 2,3)。中心細胞在授精前分裂為腹溝細胞與卵球，前者隨即破壞。



第三六七圖 蘇鐵之授精
(c) 自精蟲脫落之細胞質
(♂) 不能侵入卵球而破壞
之精蟲 ♂ 雄核 ♀ 雌核

授精之際，花粉管之先端破裂，精蟲逸出，同時自近於藏卵器之胚乳組織之部分，分泌黏液，黏液貯積於胚乳頂部之凹陷處，精蟲游泳於此汁液中，而入卵球之內。此際精蟲先行脫卻自己周圍之細胞質(第三六七圖 c)，僅有精核得深入卵球之內，與卵核合着，細胞質其後隨即破壞。

授精終了後，由精卵兩核之合着而生之核，屢行分裂，因此卵子變為具有長形胚柄之胚。成熟之種子，其種皮由內外之二葉而成。內葉甚硬。外葉多肉，在蘇鐵，呈極美麗之紅色。種皮之內，有胚乳。胚有二個之子葉。胚柄甚長，旋捲作螺旋狀(第三



第三六八圖
蘇鐵之胚及
胚柄 膨大

六八圖)。茲最堪留意者，即近於授精之時期，種皮在未授精之前，已呈美麗之紅色是也。故在蘇鐵屬，胚珠是否已經授精，不能由其外觀而判斷之，不但如此，蘇鐵類之胚珠，成熟而自樹落下後，始行授精者，亦往往有之。

蘇鐵類有蘇鐵科 *Cycadaceae*，產於亞熱帶及熱帶。

蘇鐵科之化石甚少，最古者，發見於上層之石炭紀，但其最爲人所知者，屬於中古代。蘇鐵屬之化石，在歐洲始見於中層侏羅紀，終於中層白堊紀。又 *Zamia* 之化石，在歐洲至第三紀之中期爲止，可得而見云。

第三 Bennettitales^①

此類植物，在中古代中，自三疊紀以至於下層白堊紀之間，爲極繁茂之種類，其外形及營養器官之解剖的構造，頗與蘇鐵類相似，但花之構造，與彼大異。

此類之莖甚短，作塊莖狀（第三六九圖 1，及第三七〇圖）。枯落之葉之基底殘存，掩蔽莖之全面，一如現時之蘇鐵科（第三七一圖 l）。此基底之間，諸處雜生腋枝（第三六九圖 1, s, 及第三七一圖 f），甚爲短小，其狀與大形之芽相似。此芽樣體爲生殖器官，由短柄，及位於其頂部之圓錐體而成。

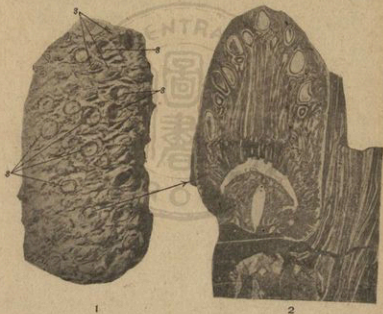
除有如以上之短小之莖者外，尚有有高柱狀之幹，頂部叢生多數之葉，而具有長柄之圓錐體，雜生於其中者（第三七二圖），或有分枝之莖者，亦往往有之。

此類之最特殊之點，爲殘存之葉之基底，此葉與花序之間，及苞之外面等，皆密生毛茸，此毛茸之形態，與真羊齒之鱗毛（第四五六頁）酷似，與普通在蘇鐵科所見之毛茸，大異其趣是也。

試觀莖之解剖的構造，中心有巨大之髓，髓中有多數之護膜道通過，維管束爲並生型等一二點之外，概與蘇鐵類無異。葉之構造，亦與之同。

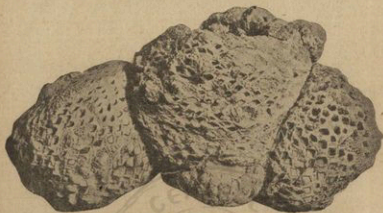
如以上所述，此類頗多與蘇鐵類相類似之處。然二者之間，亦有顯著之異點。即在後者，花生於莖之頂部，而此類之花軸，如前所述，由莖之側部出發是也。

此類在十數年前，僅知有雌性器官，雄性器官之形，未及詳知，然自一八九九年以來，Wieland 之關於美洲侏羅紀及白堊紀所產之 *Cycadeoidea* (在歐洲，稱曰 *Bennettites*) 之研究及發見，不但闡明其雄性器官，且證明圓錐體具雌雄兩器官，即為兩全花。Wieland 所研究之此屬之種類雖甚多，但其最詳細者，實為 *Cycadeoidea dakotensis*



第三六九圖 *Cycadeoidea Wielandi* (Wieland) (1) 莖
(-) 圓錐體，略行突出，凹陷之部，為脫落後之痕跡 (2) (1) 中
附有箭形之圓錐體之縱切，可見多數之種子及種柄 攝影

(1) $\frac{1}{4}$ (2) $\frac{4}{1}$



第三七〇圖 *Cycadeoidea superba* (Wieland) 中央爲其木幹，
左右爲其側枝(縮小)

故今述其花之構造於次 (第三七三圖及第三七四圖)。此花長約 12 cm. 半爲肥大之花梗，上部有一百以上排列成螺旋狀之苞(花被，在三七四圖，以 b 表示之)，苞上有與羊齒類之鱗毛相似之毛茸密生。花之中央，有圓錐形之花托 (第三七四圖中，以 r 表示之)，高凡 4 cm，其外面所覆掩之薄層 (1)，爲胚珠與鱗片相混交並列之物，胚珠僅居花托之中央部，其他部分，不過鱗片而已。此鱗片名曰種間鱗。此薄層之高度，在幼稚時雖不過 1.5cm. 但至胚珠成熟而爲種子時，則增加十倍之巨，苞與花托之間有雄蕊 (第三七四圖中，以 s 表示之)，其數自十八至二十，由花托之基底出發，其柄相合着而成鞘狀，此鞘狀部之高幾達花托



第三七一圖 *Bennettites Gibsonianus* 與莖幹表面
平行之切面 (Carruthers)
(b)苞之着生之痕跡 (f)有
雌花之枝之枯落之痕跡
(l)尋常葉之痕跡



第三七二圖 *Williamsonia Gigas* 之復原圖

(Williamson-Scott)



第三七三圖 *Cycadeoidea dakotensis* (Wieland)

未開之圓錐體之縱切 復原圖 約 $\frac{1}{1}$

之頂部。過此以上，雄蕊互相分離，構造甚為複雜。即各個雄蕊，皆為羽狀複葉，約有二十對之羽狀小葉，互生、排列於軸之兩側。各羽狀小葉，由中心之軸及沿此軸排列為二列之聚囊而成，各列約有十個之囊。囊中區劃為二十至三十之室，各室含有多數之花粉，頗與觀音座

蓮科相似(第三七六圖)。雄蕊如第三七三圖所示,向內方屈曲,故其上部常與雌器相對,授粉之際,當展開如第三七四圖及第三七五圖之狀。要之此類之雄蕊之狀,不與其他裸子植物相似。卻酷似羊齒類之孢子葉也。

關於雌性器官,向來即有研究,第三七七圖所示者,為種子已成熟之物,全部與第三七三圖等之雌性器官相當,但其形態略異,是蓋



第三七四圖 *Cycadeoidea dakotensis* 圓錐體之半模式圖
(W.eland) (b)苞 (r)花托 (s)雄蕊,右方者展開,左方者
屈曲 (l)胚珠與種間隔之層 約 $\frac{1}{1}$



第三七五圖 *Cycadeoidea ingens* 雌錐體之復原圖 (Wieland)
 雌錐之基底合着而為鞘狀，中心有雌器，其外有數層之花被 約 $\frac{3}{4}$



第三七六圖 *Cycadeoidea dakotensis* 未開雌錐橫切面之一部，有
 多數區別之室，中含花粉 (Wieland)



第三七七圖 *Bennettites Gibsonianus* 雌花縱切模式圖 (Solms, Potonié, & Scott) (a)花軸 (i)種間鱗 (s)種子 (l)無性葉

基因於種類之不同，或因種子成熟前後之關係亦未可知。蓋第三七三圖所示者為花，而第三七七圖所示者為果實故也。在後者之圖中，花軸之末端，為半球形(第三七七圖 a)，由此發出多數之小柄，其先端各有一個之種子(s)小柄與小柄之間，有無性葉，是為種間鱗(i)。後者上部寬廣，互相連結而包圍種子，僅其頂部開放，故種子之珠孔得直接與外界交通。種子為種間鱗所包圍之狀，與在被子植物，種子為子房所包圍者相似。又自花軸發生多數之苞(l)，包圍於



第三七八圖 *Bennettites Gibsonianus* 之種子，可見有二子葉之大胚，子葉之大小，略有不同 (Solms-Laubach)

小柄及種間鱗之外至數重之多。種子之珠孔甚長，約 3 mm。

Wieland 所研究之 *Cycadeoidea* 其雌性器官之詳細，與此並無大異。第三六九圖 2 為 *C. Wielandi* 之成熟圓錐體縱切面之攝影圖，與第三七六圖，甚為相似。

向來古生植物學者所研究之 Bennettiales (例如 *Bennettites Gibsonianus*)，從未發見雄蕊，故肯定圓錐體為雌花，但根據上述 Wieland 之發見而推測之，此等 Bennettiales 殆皆具有兩全花者，其所以未見雄蕊者，因果實成熟雄蕊已脫落故耳，是為古生

植物學者一致之見解也。

莖甚大，有二個之子葉，無胚乳(第三七八圖)。

要之 *Bennettitales* 之外形與構造，大體與蘇鐵科相類，但具有鱗毛之點，與羊齒類相似，花之構造，甚為特異，此外並無類例。即花被具有鱗毛，雌蕊之形態與羊齒類相似，雄蕊之狀，實與羊齒類之孢子葉，無甚大異，而花之全體，則略似被子植物之兩全花。又種子中無胚乳之一點，較之其他之裸子植物，在系統上，可謂有極大之進步者也。

茲尚須留意者，即關於 *Bennettitales* 之雌雄器官，有二學說是也。如以上所述，以其全體為一個之花，故彼種子所有之小柄，可認為孢子葉，而種間鱗則可認為營養葉也，但據另一說，不認全體為一個之花，而認為一個之花序，如此則小柄可謂一個之花，種間鱗則為苞。若依此說，全體恰似蕁科之小頭花序，種間鱗恰似其花托上之鱗片也。

Bennettitales 中含有 *Bennettitaceae* 之一科。

第四 *Cordaitales* ●

Cordaitales 類發生於太古代中之志留里亞紀，盛極於石炭及泥盆兩紀，其後乃絕滅。為高達約 10—30M. 之喬木(第三七九圖)。幹之節間，甚為明瞭，僅於頂端部分歧，葉即密生於其處。葉細長，長達 20—100 cm.，寬約 15—20 cm，故其長者，形狀如紐。葉脈平行，故寬廣之葉，頗與現時之竹柏 (*Podocarpus Nageia*) 之葉相似云(第三八〇圖)。

試觀莖之解剖的構造，其中央有廣大之髓，是與蘇鐵科相似，但其木部之構造，則與毬果植物類相彷彿。葉之形狀，如上所述，與蘇鐵屬略異，但其構造與後者酷似。

雄花相集合，成為柔荑花序。雌花之外觀，亦似柔荑花，長約 1 cm.。莖幹上所生之柄上，着生多數之柔荑花(第三八〇圖)。雄性之柔荑花(第三八一圖 1)，軸甚肥大，多數之苞 (b)，由此發生，其間有生小孢子之雄蕊狀之器官(s)。此器官由柄 (p) 與其頂端所有三、四



第三七九圖 *Dorycordates* sp. 之復原圖 (Grand'Eury-Scott)

示根、幹、披針狀之葉及花序 幹稍過短

乃至多數之花粉囊(s)而成。關於此器官之形態學的性狀。共有二說。甲說以此爲與真正雄蕊相當之器官。故此際，(s)與藥，(p)與花絲相當(Renault)。乙說以此器官爲一個之雄花。故據此說，(p)非花絲，應爲花梗，(s)非爲簡單之藥，乃與雄蕊全體相當之器官(Solms-Laubach)。花粉囊細長，縱裂而放出花粉。



第三八〇圖 *Cordaites laevis*(Grand Eury) 有多數柔荑花
之花序與具有一個大芽(在右方)之枝(縮小)

各小孢子(花粉)內,有多數多角形之細胞,相合而造成一小組織(第三八一圖2)。此小組織之各細胞,其後殆將變為一個之精蟲,故自各花粉粒,殆能產生多數之精蟲者歟。

雌性蕁荑花之外形,當幼稚之時,與雄性者,無多差別。若縱切而觀之(第三八二圖1),先可見有肥大之軸(a),多數之苞(b),由此發生。其間有有胚珠(o)之器官,此器官有柄(t),此柄可認為短小之腋枝者也,胚珠着生於其頂端,每枝一個。此胚珠與柄之二者,可合稱為一個之雌花。如此考察,則雌雄花之形態,極相符合,可證前述之乙說之為正確。

試觀胚珠之構造,(第三八二圖2)可見有內外二枚之珠皮(同圖2i),頂部可見珠孔(m)。珠心(n,大孢子囊)之與珠孔相接之部分,有嘴狀突起。突起中有花粉室(c),其中可見花粉粒。原葉體(p)之頂部,產生嘴狀突

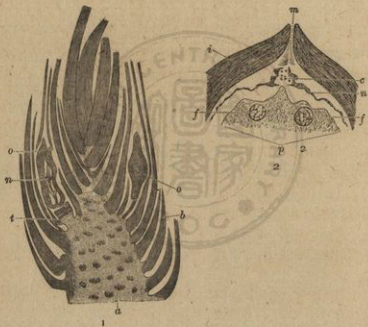


第三八一圖 *Cordaitales* 之雌花序 (Renault)。

(1) *Cordaites Penjoni* 之雌花縱切模式圖 (b)苞 (p)花柄 (s)花粉囊 (2)花粉

起，一如銀杏科(第五八八頁第三八三圖參照)，且其中有藏卵器(f)。

今考 Cordaitales 與他類之關係，其莖之解剖的構造，葉之外形，此外如幹甚高大，有明瞭之節間等點，頗近於毬果植物類，莖之中心部，有廣大之髓，葉叢生於莖之頂部等點，及其葉之解剖的構造，頗近於蘇鐵科，雄花序之構造，在裸子植物中，雖鮮其匹，然各雄花由一



第三八二圖 Cordaitales 之雌性器 (Benault) (1) *Cordaitanthus Williamsonii* 之雌性葉莖花之縱切圖 (a) 軸 (b) 苞 (c) 胚珠 (d) 胚珠之柄，右方胚珠之切面，不見其柄 (e) 珠心 (3) *Cycadinocarpus angustifolius* 之胚珠縱切 (m) 珠孔 (c) 花粉室 (i) 珠皮

(f) 藏卵器 (p) 原葉體 (1) $\frac{35}{1}$ (2) 放大

個之小柄及二至數個之小孢子囊而成等點（依前述之乙說），其狀頗與銀杏科之種類相似（本頁下半）。又在其雌花之短小花軸之頂部，生有一個之胚珠，其狀雖與紫杉屬相似，然其胚珠之構造完全與蘇鐵科（第五六九頁）。銀杏科（第五八九頁）無異。例如花粉室，此兩科皆有之，但在紫杉科等，絕不可見是也。要之，Cordaitales 者可認為兼有蘇鐵及毬果植物兩類之性質者也。

第五 銀杏類^① Ginkgoales

銀杏類僅有銀杏科 *Ginkgoaceae* 之一科，而現今生存者僅有蕃殖於中國及日本之銀杏 (*Ginkgo biloba*) 一種而已。

銀杏為分枝極盛之喬木，枝有二種，一為普通之枝（第三八三圖 1, l），有明瞭之節間，是曰長極，其一幾無節間，葉僅發生於頂部，是曰短極（同圖 s）。短極雖亦年年生長，但其生長極為遲鈍，節間不伸，故葉常發生於頂部，老成之部，可見自其發生之初，以至前年為止之期間內枯落之葉跡(t)。但有時短極亦非無延伸而變為長極之舉。

葉為扇狀，其形狀與石長生屬之葉相似，其先端略有二裂之傾向。葉脈數回為叉狀之分歧，葉每年枯落。

莖之解剖的構造，完全與毬果植物類符合，髓不甚大，有形成組織，司肥大生長。

雌雄花生於別株，雄花發自短極頂部之鱗片葉之腋，為柔荑花序狀（同圖 1），有多數之雄蕊（小孢子葉）。各雄蕊通常由一個之花絲與二個之小孢子囊（花粉囊，同圖 2, g）而成，先端有小鱗片（同圖 2, k）。孢子囊之膜壁，由四至七層之細胞而成，於內面縱裂，散布小孢子。雌花亦自短極頂之鱗片葉腋發生，由一個之中軸（同圖 3 及 4, p）及位於頂部之二心皮（大孢子葉，同圖 4, C）而成，但後者之發達，甚不完全，僅不過為小杯之狀而已，各有一個之胚珠（同圖 o），故各雌花，通常僅有二個之胚珠。要之，銀杏科之各柔荑花，現為一個之花，在形態學上，與 Cordaitales 之雄蕊狀器官相當，前者之有雄性柔荑



第三八三圖 銀杏第一(原圖及縮小) (1)有雄花之枝(l)長梗(s)短梗(t)葉跡(2)雄蕊(g)孢子囊(k)鱗片(3)有雌花之枝(f)雌花(4)雌花(p)雌花梗(e)心皮(大孢子囊)(o)胚珠(大孢子囊)(5)葉上所生之果實,葉柄變形(6)雄株之短梗,左右各有一枝之普通葉,其間所有五枚之葉,皆因有少許花初莖之發達,葉柄變形(1),(3) $\frac{1}{4}$ (2),(4)放大

花之各短柱，全體與後者之一個菜莖花相當。

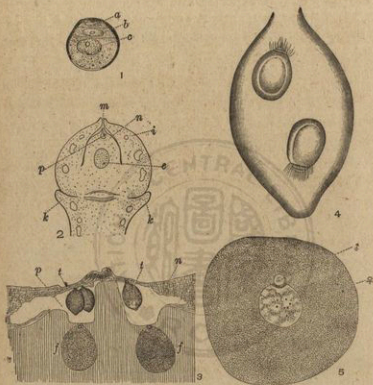
日本有極稀見之畸形曰「御葉附銀杏」者，雌株之某某葉上之緣邊部，發生胚珠而結果實(第三八三圖 5)。雌株之可與此對比者，其某某葉之緣邊，有若干花初囊之發達(同圖 6)。此際葉之緣邊部上胚珠及花初囊發達之狀，與羊齒類之某種，其葉之緣邊部發生孢子囊，蘇鐵屬之心皮(大孢子囊)之緣邊發生胚珠者相似，明示，羊齒類、蘇鐵屬及銀杏之間，有系統上親緣之關係，在系統學，為極可注目之事實也。②

銀杏小孢子內所生之雄性原葉體，成熟時由三個之細胞而成(第三八四圖 1)。授精之際，小孢子到達於花粉室內(同圖 2, 3, p)，於此處發芽。而此後小孢子之行為，完全與蘇鐵科無異。即小孢子裂開，其三細胞中之最大者(同圖 1, c)伸長而為花粉管；一端生長，伸入珠心之組織，他端向藏卵器進行。花粉內之細胞(b)，即所謂生殖細胞(同圖 1)，其後由分裂而產生兩細胞及中心細胞，自後者發生二個之精蟲。精蟲較蘇鐵之精蟲為小，但與羊齒植物等相比較，則頗為巨大，長約 0.08—0.1 mm. 寬約 0.05—0.08 mm.。頭部作螺旋狀，有多數之纖毛(同圖 4)。

胚珠之構造，亦與蘇鐵科同，外部有一枚之包膜(同圖 2, i)，包圍一個之大孢子囊(珠心，同圖 n)，囊頂有花粉室(p)，下部有大孢子(胚囊，e)。大孢子內所生之雌性原葉體(胚乳)，發生二個之藏卵器(f, 同圖 3)，藏卵器由一個卵球與二個之頸細胞而成。授精之際，自與藏卵器相近之胚乳組織，分泌一種之酸性液，此液貯積於胚乳頂部之凹陷處，同時花粉管(t)破裂，精蟲游泳於此液中而達藏卵器，精蟲由核與細胞質構成，故當其入卵球內時，先脫去細胞質，遺棄之於卵球之上部，精核獨向前進，達於卵核，與之合着面完成授精(同圖 5)。

授精後卵子之行為，頗為特異，在裸子植物中，實鮮其匹。在其他之裸子植物，自卵子發生胚與胚柄，銀杏科則反之，其卵子之全部，皆變為胚，不生胚柄。

成熟種子之種皮，由內外之二葉而成，外葉多肉而內葉堅硬。種皮之內有胚乳，埋沒於胚乳內之胚，有二子葉。至於不具胚柄一點，已述於前。



第三八四圖 銀杏第二(平瀨, 三宅, 池野) (1)花粉 (a)營養細胞
 其上尚有一個已破壞之營養細胞(以黑波線表示之) (b. 生殖細胞
 (c)管細胞 (2) 胚珠之縱切 (m)珠孔 (p)花粉室 (n)珠心 (e)胚
 囊(大孢子) (i)珠皮(包膜) (k)大孢子葉(心皮) (3)授精直前之
 胚珠縱切上部 (l)花粉管 (f)雌卵器 (4)花粉管內二個精蟲游泳
 之狀 (5)授精 ♂雄核 ♀雌核 (1) $\frac{750}{1}$ (2)略膨大 (3) $\frac{120}{1}$

(4) $\frac{200}{1}$ (5) $\frac{140}{1}$

銀杏科因葉之形狀甚為特別，故雖變為化石，亦易識別其所屬。據古生植物學上之研究，此科發源於太古代，但其極盛時期，為中古代之侏羅紀。在此時代，銀杏科之種類甚多，分布似極廣汎。由是觀之，現時僅限於中國及日本之銀杏實為一時繁茂於中古代世界各處之銀杏科遺種而已。

銀杏科之化石，不但其葉，即種子及雄花亦已發見，其中如 *Baiera* 一屬，各雄蕊有多數之花粉囊，可與現今之銀杏區別。是為植物系統學上應特筆之點，蓋 *Baiera* 於此點與 *Cordaitales* 相近故也。

第六 毬果植物類^② Coniferales

毬果植物類，為分枝頗之盛之喬木，一般幹極高大，彼有名之美國 California 所產之 *Sequoia gigantea*，高達 100 m.，直徑達 12 m. 有一千五百年以上之壽命云，葉有尋常葉與鱗片葉之別。尋常葉多為針狀，間有寬廣者（例如竹柏屬），有時有長達 40 cm. 者。鱗片呈茶褐色，不參與炭同化之作用。

枝極有長短兩種。在松屬，長極有鱗片葉，短極之頂端，有二至五個針狀之尋常葉，輪生於其上。短極與葉，同時枯落。

熱帶產之 *Phyllocladus* 之一屬，其長極有普通之形狀，短極為扁平之葉狀（第三八五圖 b），能行炭同化作用。長短兩極，皆不具尋常葉，僅有鱗片葉（同圖 l）。又在扁柏科（*Cupressaceae*），往往有不同之二種尋常葉，例如檜（*Juniperus chinensis*）者是也。

葉通常為常綠，但間有一年生者（例如

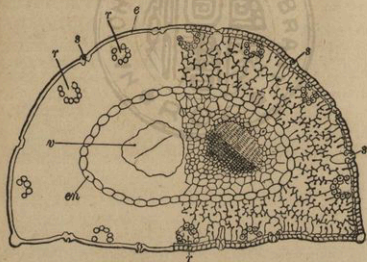


第三八五圖 *Phyllocladus glauca* 之有數個雄花序之枝 (Eichler) (l) 葉 (b) 葉狀枝 略行縮小

落葉松屬 *Larix*)。觀其莖之解剖的構造，中央有較小之髓，其周圍有並生維管束，作環狀。有形成組織，能為第二期之肥大生長。木部無導管，第二期以上之木部，由整列為放射形之假導管而成，各假導管之側壁，有有邊之孔紋。篩部由篩管及薄壁組織而成，兩者之排列法，極為齊整。同在一年內所發生之假導管，春季發生者，較之夏季發生者，膜壁薄而內腔廣，其狀不同，此明瞭之年輪所由生也。幹中有樹脂道，以皮層中為最多，木部中亦有之，此外髓線及篩部中，亦有其存在。

葉質頗硬，表皮細胞之膜極厚。在扁平之葉，雖有柵狀與海綿薄壁組織之別，其作針狀者，則無此區別。葉中亦有樹脂道，其位置往往視各種類而定，如松屬諸種，可由葉肉內樹脂道之位置而分類之（第三八六圖）

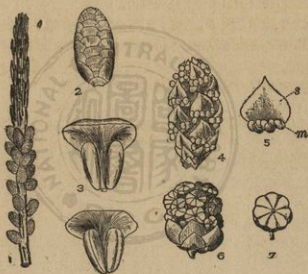
花雌雄異花，雌雄花或生於同株，或生於異株。



第三八六圖 赤松葉之縱切面 (e)表皮 (s)氣孔 (r)樹脂道

(en)內皮層 (v)維管束

雄花大抵爲葇荑花序之狀，或生於葉腋（例如松屬，第三八七圖 1），或生於枝之頂端（扁柏科，同圖 4），各由多數之小孢子葉（雄蕊）而成。小孢子葉圍集於中軸之周圍，其排列法與其所屬植物之尋常葉同。例如在松屬，排列爲螺旋狀（同圖 2），檜屬（*Juniperus*）則輪生（同圖 4）。各雄蕊有數個之小孢子囊，紫杉屬之雄蕊爲橢圓形，下面有五至八個之小孢子囊（同圖 7）。檜屬之雄蕊，有二至七個之小孢子囊（同圖 5），松屬（同圖 2）及縱屬（*Abies*）之各小孢子葉之下面，有二個



第三八七圖 錐果植物類之雄花 (1), (2), (3) 赤松 (1) 有雄花之枝 (2) 一個雄花 (3 自內(上圖)外(下圖)二面, 觀孢子葉(雄蕊) (4) 杜松 (*Juniperus rigida*) 之雄花 (5) 同, 孢子葉(雄蕊) 之背面觀 (m) 小孢子囊 (s) 孢子葉 (6) 紫杉 (*Taxus cuspidata*) 之雄花 (7) 同, 小孢子葉(雄蕊) (1) $\frac{1}{1}$ (2) $\frac{3}{1}$ (3) $\frac{10}{1}$ (4) $\frac{5}{1}$ (5) $\frac{10}{1}$ (6) $\frac{5}{1}$ (7) $\frac{10}{1}$

之小孢子囊。小孢子囊縱裂，放出小孢子。小孢子往往有二個翼（第三四五圖 1, w）。

雌性花序及雌花之構造，形態，不但種種不一，且甲以爲花序者，乙認爲花之事，往往有之，學者之意見，尙未一致，爲形態學上之一難題，將於每科分別論述之。

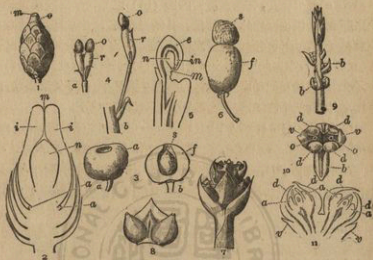
雌性之孢子葉，常時互相密接，但當授粉之際，則向外屈曲，相距稍遠，而露出胚珠，胚珠自珠孔分泌粘液，捕捉花粉。

自授粉經授精以至造成胚珠爲止，已詳於裸子植物概論大都有關於毬果植物類，故茲不再述。關於此類，應特記者，胚珠無花粉室，雄精細胞無運動力，與蘇鐵科異，而胚有胚柄，此與銀杏科異是也。

授粉之後，雌性孢子葉，復互相密接，及後種子成熟而將散布之時，復行開裂。雌花或雌花序之經授精而成熟者，稱之爲圓錐果或毬果，如前所述。但毬果植物類中，有不具圓錐果者，（例如紫杉科）。種子有胚乳。子葉之數，在紫杉屬（*Taxus*）爲二個，在檜屬（*Abies*），爲三至八個，在松屬（*Pinus*）爲三至十八個。發芽之際，子葉常露出於地上，但在南洋杉屬（*Araucaria*），有二個肥厚之子葉，雖在發芽之後，亦殘留於地下云。

毬果植物類，共有三科。

（一）紫杉科 *Taxaceae* 葉之排列法，爲螺旋狀，極少數爲對生，大抵皆爲針狀。雄花由葉腋發生，孤生，或形成花序（第三八七圖 6, 7）。又觀雌花之構造，例如在紫杉屬，一個之胚珠，居短極之頂上（第三八八圖 1），其下有數片之鱗狀葉。紫杉屬之雌性器，雖如此之簡單，然比較研究之結果，此器官並非一個之雌花，實爲有一個之花序，業已證明，間有二個之胚珠，相並而發生者，亦其一證也。竹柏屬（*Podocarpus*）之雌性器，與此類似，有一個之頂生胚珠（同圖 4, a, b, o），此胚珠爲倒生，可謂特異（同圖 5），成熟時，(r)之軸，變爲多肉，是曰果托（同圖 6, f）。在粗榧屬（*Cephalotaxus*），每苞腋有二個之



第三八八圖 紫杉科之雌性器(原圖及 Eschler) (1)紫杉 (o)胚珠 (m)珠孔 (2)同,縱切 (i)珠皮 (n)珠心 (a)子衣之始原 (3)同,種子及子衣 a.全形 b.縱切 (e)種子 (4)a, b 紅松之花序 (r)果托 (5)同,胚珠縱切 (m)內珠皮 (o)外珠皮 (6)同 (f)成熟多肉之果托 (7)粗榧之花序 (8)同,花 (9)粗之一雌性枝 (b)擁抱花序之苞 (10)同,由二個之花而成之花序 (vv)前出葉 (dd)各花之前出葉 (11)將(10)自(vv)之方向切斷

胚珠(同圖 8)是為一個之雌花,數個之雌花相合,形成如該圖 7 所示之花序。在榧屬 (*Torreya*),尋常葉(6)之腋,有極小之短枝(同圖 9, 10, 11)。此枝之最外部有(v, v)之前出葉,其腋有一個之胚珠(o),其左右特另有一對與此有關之前出葉(d)。此際此一對之前出葉,及屬於此之一個之胚珠,合成一個之雌花,由二個之花而成之全體,可認為花序,又 *Phyllocladus* 之數個之花,合成一個之花序(第三八五圖)。

紫杉科之胚珠,往往有內外二葉之珠皮。在竹柏屬,外皮 第三八

八圖 5, e) 甚為完全, 完全被覆於內皮 (in) 之外, 故其狀與被子植物之胚珠 (合瓣花區除外) 相彷彿。在紫杉屬, 花時外皮甚為微細, 及生成種子時, 變為多肉而美麗之椀狀, 包圍種子 (同圖 3), 是名曰子衣。又在榧屬, 亦與此同, 外皮 (a) (同圖 11) 其後發達, 成為多脂多肉之子衣。此種雖至種子成熟之時, 亦不產生圓錐果。種子為漿果狀, 由多肉之外皮, 與堅硬之內皮而成。胚大體有二個之子葉。

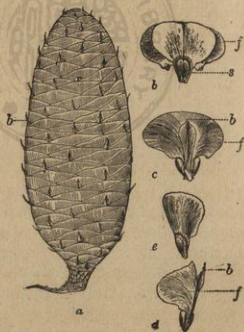
日本產植物之屬於此科者, 竹柏屬 (*Podocarpus*), 粗榧屬 (*Cephalotaxus*), 榧屬 (*Torreya*), 紫杉屬 (*Taxus*) 皆是也。熱帶產之 *Phyllocladus* (第三八五圖) 亦屬之。

(二) 松科 *Pinaceae* 葉之排列法為螺旋狀, 間有對生者, 多數作針狀。雄花生於葉腋, 孤生, 或形成花序 (第三八七圖 1, 2, 3)。

第三八九圖 榧之果實

a. 全體 b. 孢子葉之內面
c. 圓, 外面 d. 圓
e. 種子 (f) 果
輪 (b) 苞鱗 (s) 種子

a. $\frac{1}{2}$ b. c. d. $\frac{1}{1}$



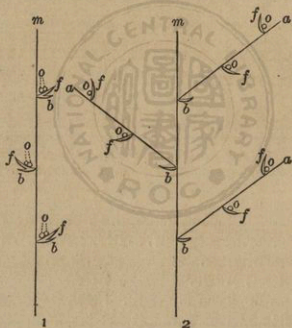
雌性器由鱗片及其內面所有之胚珠而成，相合而成圓錐體於。圓錐亞科 (Abietineae) 之鱗片之形態學的性質，自古以來，學者之議論，紛紛無定。例如觀察檜屬 (*Abies*, 第三八九圖) 或松屬 (*Pinus*, 第三九〇圖) 之毬果，可見此由多數之鱗片，相合而成，各鱗片可分二部分，後方所有之部分曰苞鱗 (第三八九圖 b, 第三九〇圖 b)，在前方之部分曰果鱗 (第三八九圖 f, 第三九〇圖 f)，二個之胚珠 (或種子，同圖 s)，着生於果鱗之內面。果鱗與苞鱗之基部，互相合着 (第三八九圖 d)。



第三九〇圖 赤松 a. 花序 b. 花之背面 c. 腹面 d. 側面
(b)苞鱗 (f)果鱗 (o)胚珠 (m)珠孔

關於此鱗片之形態學的性質，有種種之說，要之，其一為 Eichler 之說，甚為簡單。據此說，以毬花為一個之花，故各鱗片為一個之孢子葉，在檜屬、松屬等，此孢子葉分裂為果鱗及苞鱗之二部分云。其另一說為 Alexander Braun 所主張者，不以各鱗片為一個之孢子葉，卻以苞鱗為真正之苞，此苞腋所生之枝條，變形而為短極，果鱗為着生於其上之二葉合着而為一片者云。要之，若以模式圖表示甲說，可如第三九一圖 1 之狀，在主軸 (m) 上之鱗片，各分裂為 (f) 及 (b) 之二部，二個之胚珠 (o) 相並而居於此鱗片之內面，故鱗片與大孢子葉 (心皮) 相當，而全體為一個之花矣。反之，如將乙說改成模式圖，則如

該圖 2 所示，主軸 (m) 上有苞 (b)，腋枝 (a) 由此而生，腋枝上有 (f)(f) 之二葉，各葉之內面，有一個之胚珠。但在自然，此腋枝短縮而為短梗，故不見 (a)，(f)，(f) 之葉，直接自 (b) 之上發出，又互相合着而成為一個之果鱗。故 (f) 為大孢子葉，而 (b) 則與苞相當。故據乙說，果鱗與苞鱗，本為別物，但其基部互相合着者，與甲說以此為由一葉分裂而生者，正相反對。故自 (b) 至 (a) 為一個之短梗，全體殆為一個之花序。夫腋枝縮短而為短梗之現象，吾人見之於松屬之營養部。例



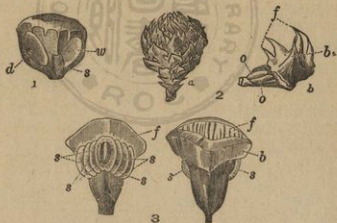
第三九一圖 表示樅屬等雌性器之構造之模式圖，主軸非常伸長，雌花除三個外（甲說認為大孢子葉），皆假定為已脫落。（1）甲說（2）乙說（b）苞鱗（f）果鱗（o）胚珠（m）主軸（a）腋枝（但在自然，皆縮不見）

如赤松、黑松等之針狀葉，二片羣生於一處，是為吾人所周知者。此際針狀葉之下有鱗片，第三九一圖中之(b)，與此鱗片，(f)，(f) 則與針狀葉相當，唯在此際，(f)，(f)相合，是其異點耳。此事實根據解剖學上及形態學上之比較研究，尤以根據畸形之研究而決定者也。故從此乙說，檜木科之毬花，並非一個之花，實為一個之花序，有二個胚珠之果鱗，實為雌花，居苞鱗之腋者也(本書據乙說)⑥

在松科各鱗片常有二個之胚珠，少者僅一個，多者有七至八個，其珠孔大抵下向，種皮絕不多肉，子葉之數，必多於二。

毬果植物類之大多數屬於松科，有次之三亞科。

南洋杉亞科 *Arucarineae* 關於其面錐體之鱗片，學者之議論，尚無一定。大多數以此為一個之大孢子葉 而以毬花為花。鱗片之內面，僅有一個之胚珠(第三九二圖 1)。珠孔下向，*Agathis* (馬來半島)，南洋杉屬(*Arucaria*) (南美 澳洲)等皆屬之。



第三九二圖 (1) *Agathis australis* 之大孢子葉 (s) 種子 (w 翼 (d) 孢子葉互相接觸之凹陷部 (2) 杉 a. 花序 b. 花 (b') 苞鱗 (f) 分裂之果鱗 (o) 胚珠 (3) 金松 (*Sciadopitys verticillata*) 之孢子葉 左, 內面, 右, 外面(原圖及 Eichler)

檜亞科 *Abietineae* 關於鱗片，已知前述。珠孔下向。種子有翼(例如第三八九圖 b)。松屬 (*Pinus*)，檜屬 (*Abies*)，落葉松屬 (*Larix*)，鐵杉屬 (*Tsuga*) 雲杉屬 (*Picea*) 等屬之。

杉亞科 *Taxodineae* 雄花究為花，抑為花序，關於此點，學者之說，尚未一定。例如在杉屬，鱗片有果鱗苞鱗之別(第三九二圖 2, b,)，故雄花(圖 2, a) 應為花序。果鱗之內面，有二至八個之胚珠。珠孔上向。金松屬 (*Sciadopitys*) (第三九二圖 3)，沙木屬 (*Cunninghamia*)，杉屬 (*Cryptomeria*, 第三九二圖 2)，台灣杉屬 (*Taiwania*) 及 *Sequoia* (北美產) 等皆屬之。

(三) 扁柏科 *Cupressaceae* 葉對生，間有作螺旋狀之排列者，多作鱗片狀。雄花頂生，極少數為腋生。小孢子葉為橢形，有多數之孢子囊(第三八七圖 4, 5)。雌花頂生，由多數之鱗片而成。鱗片無苞鱗果鱗之別，各與大孢子葉相當，每葉有多數之胚珠。此等孢子葉，造成圓錐體，其排列法為對生或為輪生(第三九三圖)，不形成花序。圓錐果為木質多肉，胚大抵有二個之子葉，羅漢柏屬 (*Thuycopis*)，側柏屬 (*Thuja*)，花柏屬 (*Chamaecyparis*) 檜屬 (*Juniperus*) 等屬之。

毬果植物類，紫杉科，松科及扁柏科三者之中，孰為最原始者。關於此疑問，或以紫杉科為最原始的，或以松科充當之。二說皆無確證，其決定惟有待於將來之研究而已。

據古生植物學上之研究，毬果植物類之歷史頗久。已見於太古代中之二疊紀，*Walechia* 即其一也。此等化石植物之營養器官，頗與現時南洋杉亞科相類，因其種子尚未發見，是否屬於此亞科，尚未明瞭。蓋化石植物之確屬於此亞科者，在中古代侏羅紀以前，尚未發見也。

關於杉亞科者，見於上層二疊紀及三疊紀，然屬於此亞科者，大抵皆屬於第



第三九三圖 扁柏科之雌花 (1) 側柏之花。(2) 同，大孢子葉 (3) 同，裂開之成熟毬果 (4) 種子 (c) 鱗片 (4)a, 杜松 b. 同，縱切 (c) 胚珠 (5) 同，果實 (1) (3), $\frac{5}{1}$ (2) $\frac{10}{1}$ (3) $\frac{1}{1}$ (4) $\frac{2}{1}$ (5) $\frac{1}{1}$

三紀，即其最古者，亦不過屬於白堊紀而已。

樅亞科之化石植物之近於松屬者，見之於上層白堊紀。

扁柏科之最古植物，見之於侏羅紀。雲杉科在白堊紀以下，不可得見。

總之，根據現時古生植物學上之智識而考察之，毬果植物類群中，孰為最原始的種類，孰為最幼稚的種類，尚不可得而知（以上關於古生植物學上之說，主根據 Scott）。

第七 麻黃類 ● Gnetales

麻黃類以由第二期肥大生長而生之木部，具有導管，及花有花被等點，與其餘之裸子植物異。又葉對生，胚有二個之子葉，無樹脂道，胚珠伸長為管狀等點，亦為其主要之特徵云。

麻黃類共有三屬，各屬之形態及生殖法等，互相迥庭，以之各屬於不同之三科，實為至當。故此類共有三科，各含一屬。

（一）麻黃科 *Ephedraceae* 產於北半球之乾燥之溫帶地方，高不過 8 M. 之灌木或半灌木，分枝，有直立者，有攀懸於他物之上者。莖葉之狀，頗與木賊類相似，莖細長，呈綠色，其表面有縱行之隆起線。無真正之葉，唯有蒼白色之鱗片而已（第三九四圖 1）。莖頗易於節部折斷。

試觀莖之解剖的構造，木部有有點紋之導管，假導管雖亦有之，然其膜上之有孔紋，不及毬果植物類之明瞭，且排列亦不齊整。

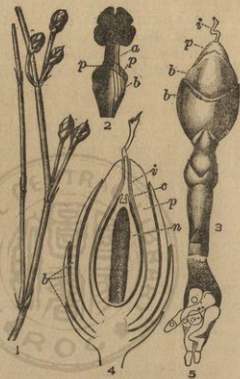
雌雄花通常異株，花集合而成穗狀花序，着生於莖之頂部或葉腋。雄花（同圖 2），由苞（b）之腋發生，有二葉之花被（p）。花被為鱗片狀，於其基部相合着，而成鞘狀。雄蕊由二至八個之藥而成，藥生於共同之柄（a）上。關於此柄之形態學的性狀，或以為花軸特為顯著之生長，抽出於花被之外者，或以為在此等雄蕊中，花絲合着而為一，僅藥各自分離云。據甲之說，此柄不屬於雄蕊，故此雄蕊為不具花絲者，若據乙之說，則柄屬於雄蕊，即其花絲是也。藥由二個之花粉囊而成，有二室。

雌性花序，僅有一至二個之雌花（同圖 3, 4），由鱗片狀之苞之腋發生，花被（p）合着而成囊狀，一個胚珠，直生於其中，珠皮（i）僅一

第三九四圖 麻黃科第一
(Wettstein, Le Maout et
Decaisne, Strasburger)

(1) *Ephedra distachya*
之有雌花序之枝 (2) *E.*
fragilis 之雄花 (b) 苞
(p) 花被 (a) 藥之共同柄
(3) *E. altissima* 之雌花序
(僅有一個雌花) (1) 珠皮
(4) 圖, 雌花之縱切 (c) 花
粉管 (n) 球心 (b) 圖, 胚
之造成 (1) $\frac{1}{1}$ (3) $\frac{1}{1}$

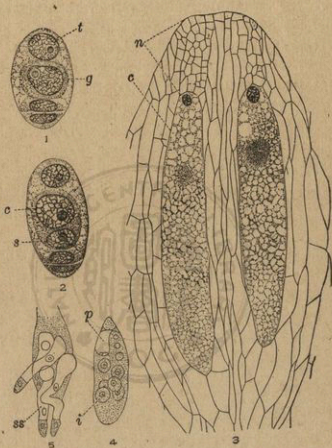
(4) $\frac{7}{1}$ 其餘約 $\frac{39}{1}$



葉,先端大行伸長,變成嘴狀管,抽出於花被之外。

麻黃科之雌雄原葉體,在麻黃類中,最近似於其他之裸子植物者也。小孢子內所生之雄性原葉體,由四個之細胞而成,三個(第三九五圖 1)為營養細胞,一個(g)為生殖細胞(藏精器)。三個之營養細胞中,(t)為管細胞,其後伸長為花粉管。生殖細胞分裂,產生柄細胞(同圖 2, s)及中心細胞(c)。唯中心細胞,與授精有關。

大孢子內所生之雌性原葉體,通常產生二至五個之藏卵器,藏卵器之頸部較長(同圖 3, n),在 *Ephedra trifurca*, 頸細胞之數,不下



第三九五圖 麻黃科第二 (Land, Strasburger) (1), (2) *Ephedra trifurca* 之雌性原葉體 (g) 生殖細胞(藏精器) (t) 管細胞核 (c) 中心細胞 (s) 柄細胞 (3) 同, 藏卵器二個 (n) 頸部 (4), (5) *E. altissima* 之授精後 (p) 花粉管 (i) 遊離細胞 (ss) 胚柄
 (1), (2) $\frac{1500}{1}$ (3) $\frac{112}{1}$ (4), (5) $\frac{30}{1}$

於三十二。中心細胞(c)在授精前,先行分裂,生成腹溝細胞及卵球,與蕨類及被子植物類無異。

授精終了後,由雌雄核合着而生之核,先行數回之分裂,生成數個之子核,於是發生細胞分裂,生成數個之遊離細胞(同圖 4, i)。其後遊離細胞伸長,各生成胚柄(同圖 5, ss),胚生於其先端。此多數之胚中,僅有一個發達,其餘皆在發育之途中死滅。

授精後所生之種子,其皮甚硬,花被變為多肉,覆蔽於其上,生成漿果狀之果實焉。

屬於此科者,有麻黃屬一屬。

(二) Gnetales 美洲、東印度所產之藤蘿喬木,或灌木,間有直立者。莖圓,節部膨大,有對生葉(第三九六圖)。葉有柄,有羽狀脈,常綠。莖之解剖的構造,與麻黃科無異。

花大抵雌雄異株,集成穗狀花序,頂生或腋生。一花序中之雄花數甚多,有達四十者,皆沿花序之軸,為數段之輪生,每段有一對之苞(同圖 1, 2),雄花為管狀,有鱗片樣之花被(同圖 3, p.) 花被在管之頂有狹小之口,雄蕊由二個之藥而成,有柄(s)。此柄究屬於雄蕊,抑為花軸超越花被而抽出者,關於此點,尚有議論,一如麻黃科(第六〇一頁)。花被之外,自其基底發生多數有節之毛。

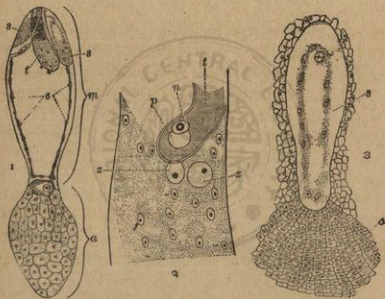
雌花每三個或八個輪生,沿花序之軸,排列為數段(同圖 4)。雌花有花被(同圖 5, p)。花被之內,有一個之胚珠,珠皮(i)為長嘴狀,與麻黃科無異(同圖 6, i)。縱切雌花而觀之(同圖 6),珠皮(i)之外,有(a)(b)之二層。(a)為花被,呈綠色,與該圖 5 之(p)相當,(b)之質較(a)為軟弱,不呈綠色。關於其本性,學者之意見,尙未一致,或以是為外珠皮,或以為內花被。故據甲說,胚珠有(i)(b)二葉之珠皮,僅有一層之花被(a),若據乙說,則珠皮僅有(i)之一層,花被則由(a)(b)之內外二層而成云。

小孢子內所生之雄性原葉體,僅有一個之管細胞及二個之雄性細胞。大孢子內所生之雌性原葉體,皆不產藏卵器,其情形與麻黃科



第三九六圖 Gnetaceae (Blume, Lotsy) (1) *Gnetum latifolium* 之雌花序 $\frac{1}{1}$ (2)同，膨大其一部 (3)同，一個之雌花 (s) 藥之柄 (p) 花被 (4)同，雄花序 (5) *G. gnemon* 一個之雌花 (6)同，縱切 (模式的) (t) 末端為嘴狀之珠皮 (n) 珠心 (a)(b)之解見本文

頗異。例如據 Lot y 之研究, *Gnetum Gnemon* 之胚囊, 在中部之稍下方處縱入(第三九七圖 1), 其縱入處之下部(所謂反足室, a)發生普通之胚乳組織, 縱入處之上部(所謂珠孔室, m), 無此組織, 有多數之核(e), 居細胞內邊之細胞質內, 是可認為卵核者也。故在 *Gnetaceae*, 有卵核而無卵球。授精之際, 多數花粉管侵入(圖中僅以(t)表示其一), 自各管流出二個之雄精細胞, 進至珠孔室, 與數個之



第三九七圖 *Gnetum Gnemon* 之胚囊 (Lotsy 及 Coulter) (1)授精後之胚囊 (m)珠孔室 (a)反足室 (e)卵核 (t)花粉管 (s)未充分發達之胚囊 (2)授精直後之胚囊一部分 (n)花粉管核 (p)雌性細胞由花粉管逸出時之孔口 (z)由雌核核合着而生之核 (3)胚珠縱切 (s)胚囊 (c)其下所有之緻密之細胞組織 (1)約 $\frac{60}{1}$

(2) $\frac{510}{1}$ (3) $\frac{300}{1}$

卵核合着。由此合着而生之核(同圖 2, z), 其周圍有若干之細胞質集積, 其外發生膜壁, 故在大孢子內, 生成數個之遊離細胞, 是為卵子。其後, 此等卵子生長而生胚柄, 胚柄深入反足室內之胚乳中, 於其末端着生一胚。多數之胚中, 僅其一發達, 其餘皆未及成熟而死滅。與此同時, 珠孔室內卵核之未授精者, 發生胚乳組織, 與最初發生於反足室內之胚乳合而為一, 造成成熟種子之胚乳。故在上述之種類, 胚乳之一部分, 在授精前業已存在, 其一部則至授精之後, 始行生成焉。

以上所述關於 *Gnetum Gnemon* 之胚囊狀態, 乃據 Lotsy 之說, 據其後 Coulter 之研究^⑥ 則 Lotsy 之觀察, 似有若干之謬誤。據 Coulter 之說, 胚囊(s)最初無胚乳組織, 其下部有緻密之細胞組織(第三九七圖 3, c)。至授精終了時, 始於胚囊內發生胚乳, 此胚乳生長, 壓迫(c)之細胞組織, 此組織遂至消滅。故此(c)之組織, 乃在胚囊外者, Lotsy 未察及此細胞組織與胚囊之境界, 誤認前者為在後者中之物, 以故認為胚乳, 乃創胚囊區分為二部之說, 蓋甚明顯。即第三九七圖 1 之(m)與該圖 3 之(s), (a)則與(c)相當, (a)非胚乳, 亦無反足與珠孔二室之區別云。Coulter 之研究, 較 Lotsy 之研究為正確, 由與 *Gnetum Gnemon* 相近之 *G. ovalifolium* 之胚囊狀態而益明。此種之大孢子內, 無反足、珠孔二室之區別, 授精之前, 完全無胚乳組織, 僅有多數之卵核, 至授精終了時, 始生成胚乳, 此種成熟種子中之胚乳, 全部為授精後之產物也。

果實之成熟者, 因花被多肉, 故為漿果狀。胚有二個之子葉。

(三) **Welwitschiaceae** 野生於西南非洲熱帶地方之沙漠之植物, 含有 *Welwitschia mirabilis* (一名 *Tumboa Bainesii*) 之一種, 外形頗為特別, 他鮮其匹。此植物之莖甚肥大, 為圓錐形, 大部分埋沒於地下, 僅其少許露出於地上。除二個子葉外, 僅有二個之尋常葉。此葉有平行脈, 頗粗大, 有時長達 3—3.5 M., 偃臥於地上(第三九八圖及第三九九圖)。且此植物、能保持百年之壽命云。

此植物之解剖學的特徵, 莖葉之組織內, 有一種特別分枝之紡錘



第三九八圖 西南非洲某沙漠地方 *Welwitschia mirabilis* 繁茂之景 (攝影 (Schenk))



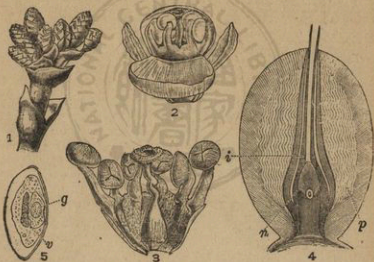
第三九九圖 *Welwitschia mirabilis* 全形 (Hooker) 年齡約十五至二十年 極縮小

形之細胞，此細胞之膜壁之實質中，埋有多數磷酸鈣之結晶體。

雌雄花生於異株，皆團集而造成圓錐形之花序，着生於枝之頂部（第四〇〇圖 1）。雌雄花序，外觀雖屬同一，但雌性者較雄性者約大二至三倍。

雄花着生於苞之腋，有內外二對之花被（第四〇〇圖 2）。花被之內，有六個雄蕊，其基底相合為筒狀（同圖 2,3），上部分離。藥由三個之花粉囊而成。雄蕊筒內，在花之中心部，有直生胚珠，頂部為寬廣之板狀（同圖 3），此胚珠為無性的不完全之器官。

雌花亦着生於苞之腋，花被（同圖 4,p）雖為囊狀，然因花序內花



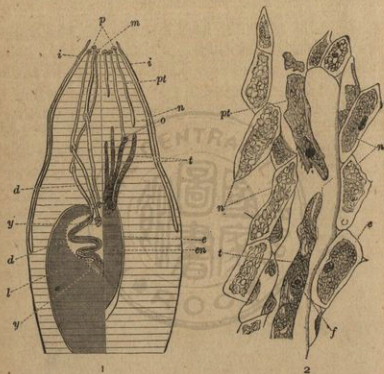
第四〇〇圖 *Welwitschia mirabilis* (Hooker, Strasburger)

(1) 幼稚之雄性花序 (2) 裂開一個之雄花 (3) 同，除去花被，裂開雄蕊筒，以示中心所有一個不完全之胚珠 (4) 雌花縱切模式圖 (p) 花被 (i) 珠皮 (n) 珠心 (5) 花粉 (g) 生殖細胞核 (v) 營養細胞核

(1) $\frac{1}{1}$ (4) $\frac{13}{1}$ (5) $\frac{540}{1}$ 其餘皆放大

之壓力之作用，成爲扁平，而爲羽翼狀。珠皮 (i) 末端爲長嘴狀，超越花被而抽出之狀與麻黃科及 Gnetaceae 同。

果實缺乏水分，有由花被變成之羽翼。



第四〇一圖 *Welwitschia mirabilis* 之授精及胚造成 (Pearson 及其略加變更之圖) (1) 胚珠縱切模式圖，右中示授精前，左中示其後之狀 (i) 珠皮 (m) 珠孔 (n) 珠心 (o) 胚囊 (t) 胚囊管 (en) 初生胚乳 (即雌性原葉體) (p) 花粉 (pt) 花粉管 (o) 卵子 (l) 後生胚乳 (d) 懸垂絲 (y) 胚 (2) 胚囊管 (t) 與花粉管 (pt) 之會合 (但花粉管之先端，當調製切片之際，略行破損) (n) 珠心細胞 (○) 雌核

(1) $\frac{700}{1}$

小孢子有一個之核(第四〇〇圖 5, v.)，此外尚有一個之生殖細胞(g 爲其核)，在其中發達。據 Pearson 之研究，最初發生三個之核，其中之一，其後消滅，僅此二個殘存云。大孢子內雖發生胚乳，然不產生藏卵器，一如 Gnetaceae，其中之核，先行分裂，凡生成 1024 個之遊離核，繼之其間發生隔膜，因此大孢子之內容，區劃爲多數之細胞，是名曰初生胚乳，因在授精前所生，故名。(第四〇一圖 1, en)。此胚乳與雌性原葉體相當，無待多言。其後此原葉體之細胞中之近於珠孔者，生長爲長管狀(是曰胚囊管，同圖 1, t.)，上向而抽出於胚囊外，闖入其上所有珠心(n)內之組織內。當此之時，花粉之經珠孔而入珠心上者(p)，生成花粉管(pt)，管貫通珠心之組織而下降，與自下而上之胚囊管，相會於此組織內(參看同圖 2)。兩管相接之處溶解，因此兩管中之內容相混合，完成授精，而生卵子(同圖 1, o)。其後卵子發生懸垂絲(d)。初，胚囊內之胚乳，生長而成後生胚乳(l)，在懸垂絲先端之胚之原始，因此絲伸長而入胚乳內，與之同入，吸收其養料而造成胚(y)

麻黃類之真確化石，尙未發見。

裸子植物各類之自太古代以至於現今之分布，已述於前，今若以表表示之，可如次。

| 現 代 | 蘇 鐵 類 | 銀 杏 類 | 麻 黃 類 |
|-------|---------------|-------------|-------|
| 近 古 代 | | | ? |
| 中 古 代 | Bennettitales | | |
| 太 古 代 | 羊齒狀種子植物類 | Cordaitales | |

裸子植物之系統

裸子植物，究自如何之祖先進化而來者乎，關於此問題，論者雖不乏其人，且綜合諸說，對於認羊齒植物為其祖先之一點，雖已一致，然至於其詳細之點，不無差異。例如或者以木賊類為其祖先，或者以石松類，或者以羊齒類為其祖先等是也。但晚近古生植物學上之研究，似已證明裸子植物由來於羊齒類矣。

羊齒狀種子植物類之外觀，雖與羊齒類相彷彿，然其營養器官之解剖的構造，則近於蘇鐵類。加之具有種子，其構造亦與後者之構造酷似，此可為此類植物，介於羊齒類與蘇鐵類之中間之一證，亦可為羊齒狀種子植物發源於羊齒類之一證也。

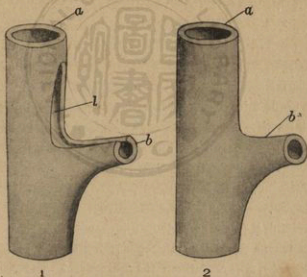
蘇鐵類與羊齒狀種子植物類相似，已如前述，但前者繁茂於中古代而後者則繁茂於太古代，然則羊齒狀種子植物於太古代時先發源於其時極盛之某羊齒類，至後蘇鐵類始自羊齒狀種子植物降生者歟。

Bennettiales 之營養器官，幾全與蘇鐵類相符合（第五七四頁），故與此有親緣之關係，固不容疑，但其花之構造，與此大異，即種間鱗之頂部相合而包圍種子，其狀甚似被子植物，又其種子不具胚乳，在裸子植物中，他鮮其匹，被子植物，則往往見之。如此 Bennettiales 之形質，雖略似被子植物，然同時與羊齒類，亦不無類似之處，例如其具有鱗毛及其特異之雄蕊皆是也。要之 Bennettiales 與蘇鐵類有親緣之關係，為不可懷疑之事實，然其花具被子植物之形態，且同時有類似羊齒類之處，由此觀之，Bennettiales 並非直接由來於蘇鐵類，蓋兩類同發於一源，向不同之方化而進化者也。是故以 Bennettiales 為裸子植物中獨立之一類，特置之於蘇鐵類以外也。

Cordaitales 之葉之組織，全然與蘇鐵類一致，但材之構造，卻酷似蕈果植物類中之南洋杉屬 (*Arucaria*)，其所有之化石，究屬於 Cordaitales 抑屬於南洋杉屬，即化石學者，往往難於判別云。其雄花與蘇鐵類異，及略似銀杏科（第五八七頁）。雌花之位置，略似紫杉屬，

胚珠之構造，卻完全與蘇鐵類同。要之，Cordaitales 兼有蘇鐵及毬果兩類植物之形質者也。據古生植物學上之研究，Cordaitales 已存在於太古代，與蘇鐵羊齒類共繁茂，其事至明，故 Cordaitales 並非發源於蘇鐵類之物（蘇鐵類大抵至中古代始生），乃最初由來於蘇鐵羊齒類，至於毬果植物類者，殆其後發源於 Cordaitales 者歟。

論者謂裸子植物中，蘇鐵類經羊齒狀種子植物類而由來於羊齒類，反之毬果植物類，並非直接自羊齒類下降，卻發源於石松類云。蓋此兩類，皆有針狀葉，在此點，二者之外形頗相類，實為主張此說之理由之一。然如前所述，毬果植物類與 Cordaitales 有親緣之關係，且



第四〇二圖 示葉之維管束自莖之中心柱分枝而來之狀之模式圖（原圖及 Gwynne-Vaughan）(1)羊齒類 (2)石松類，尤以鱗木屬為最
(a)莖之中心柱 (b)至葉之中心柱 (l)葉隙

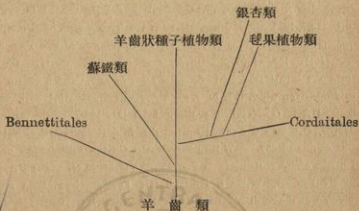
後者為由來於羊齒狀種子植物類之物，故上說未為多數學者所採用。其被否定之理由甚多，即在解剖學上對於此說之反證，亦不一而足，今僅舉其一於次。

在羊齒類，維管束自莖之中心柱而至葉中之狀，如第四〇二圖 1 所示，其分歧處，必生空隙 (*l*)，此處薄壁組織，頗為發達。例如第二八八圖 1 中之髓線之部分，即與此空隙相當。如此，此空隙因葉之故而發生者，故名之曰葉隙。反之在石松類，葉發生之處，中心柱毫無空隙之生 (第四〇二圖 2)，故如第三三圖所示，木部為連續之環狀。但此際在枝發生之處，生一空隙，名之曰枝隙。此區別在解剖學的分類學上，頗為重要，有認為高等植物 (羊齒植物及種子植物) 分類之第一標準者。而毬果植物類，具有葉隙，與羊齒類一致，根據此點，否定前者與石松類之親緣關係，是即解剖學上之一說也。

銀杏科有精蟲之發生及胚珠之特異之構造，與蘇鐵科類似。然營養器官之形狀及材之構造，皆與毬果植物類同。雄花之構造，則略近於 *Cordaitales* 類。要之銀杏科兼有蘇鐵科及毬果植物類之形質，且略近於 *Cordaitales* 者也。銀杏科殆與毬果植物類同樣，皆由來於 *Cordaitales* 者，但二者之中，銀杏科較毬果植物類，尤近於蘇鐵科，蓋銀杏科之自 *Cordaitales* 分化而來之時期，年代較毬果植物類為早故也。即 *Cordaitales* 發源於蘇鐵羊齒類，在其祖先之形質，無多消失之前，銀杏科即自此出發，至於毬果植物類，則在其後，*Cordaitales* 在進化之途中，祖先之形質，強半消失時，始行發生者歟。

麻黃類由具有花被，*Welwitschiaceae* 之雄花，有兩全花之形跡，*Gnetaceae* 及 *Welwitschiaceae* 不具藏卵器及材有導管等點，略似被子植物，故有人以 *Bennettiales* 為其遠祖，認為與被子植物同發一源者，但其究由來於何種植物，尚不得謂已明白，且其化石，亦尚未發見。故有以麻黃類為非裸子植物而認為屬於雙子葉類之植物者。

根據以上之議論，繪成裸子植物之系統圖，則如次



●關於裸子植物全般之形態、發育等之主要文獻如次。De Bary, A.: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farnen. Leipzig 1877.—Celakovsky, L.: Die Gymnospermen. (Abhd. k. böhm. Ges. Wiss. VII. 4, 1890); Die Gymnospermen: eine morphologisch-phylogenetische Studie. (Ibid., VIII. 4, 1890).—Coulter, J.M. & Chamberlain, C.J.: Morphology of gymnosperms. 3rd ed. Chicago 1917.—Goebel, K.: Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. (Schenk. Handb. d. Bot. III. 1, 1884; Organographie der Pflanzen. 2. Aufl. 3. Teil, 3 Heft, 1923).—Hofmeister, W.: Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Coniferen. Leipzig 1851.—Schürhoff, P.N.: Die zytologie der Blütenpflanzen. Stuttgart 1926.—Scott, D.H.: Studies in fossil botany. 3rd ed. vol 2. 1920.—Seward, A.C.: Fossil botany III-IV. Cambridge 1917-20.—Srasburger, E.: Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879.—Van Tieghem, P.: Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des conifères et des Gnétacées. (Ann. Sc. nat. Bot. V. 10, 1869).—Velenovsky, J.: Vergleichende Morphologie der Pflanzen. Prag 1905-13.

●Arber, A.: On some new species of *Lagenostoma*. (Proc. R. Soc.

- London 76, 1905).—Gothan, W.: Cycadofilices. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 13, 1926).—Kidston, R.: On the fructification of *Neuropteris heterophylla*. (Philos. Trans. 197, 1904); Microsporangia of the Pteridospermeae. (Ibid. 198, 1906).—Oliver, F.W. & Scott, D.H.: On the structure of the palaeozoic seed *Langenostoma Lomaxi*, with a statement of the evidence upon which it is referred to *Lyginodendron*. (Ibid. 197, 1904).—Scott, D.H.: On *Nedullosa anglica*. (Ibid. 191, 1899).—Sterzel, J.T. u. Weber, O.: Beiträge zur Kenntnis der Medulloseen. (Ber. Naturw. Ges. Chemnitz 1865).—Williamson, W.C.: On the organization of the fossil plants of the coal-measures Pts. IV, XVII. (Philos. Trans B. 1873-90).—Williamson, W.C. & Scott, D.H.: Further observations on the organization of the fossil plants of the coal-measures III. (Ibid. 186, 1895).
- ③Braun, A.: Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen. (Monatsb. k. Akad. Wiss. Berlin 1875).—Chamberlain, C.J.: The adult cycad trunk. (Bot. Gaz. 52, 1911); The living cycads. Chicago 1919.—Ikano, S.: Untersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtsorgane und den Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta*. (Jahrb. wiss. Bot. 32, 1898).—Lang, W.H.: Studies in the development and morphology of Cycadeen sporangia I-II. (Ann. Bot. 11, 14, 1897, 1900).—Matte, H.: Recherches sur l'appareil libéro-ligneux des Cycadacées. Caen 1904.—Meitendus, G.: Beiträge zur Anatomie der Cycadeen. (Abhd. k. sächs Ges. Wiss. 7, 1861).—Von Mohl, H.: Ueber den Bau des Cycadeen-Stammes. (Abhd. k. Akad. Wiss. München 1, 1832).—Pilger, R.: Cycadaceae. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 13, 1926).—Scott, D.H.: The anatomical characters presented by the peduncles of Cycadaceae. (Ann. Bot. 11, 1897).—Stopes, M.: Beiträge zur Kenntnis der Fortpflanzungsorgane der Cycadeen. (Flora 93, 1904).—Treib, M.: Recherches sur les Cycadées. 1-3. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg 2-4, 1881-84).—Warming, E.: Recherches et remarques sur les Cycadées. (Oversigten over d.k. D. Vidensk Selsk. Forh. 1877 Contributions a l'histoire des Cycadées. (Ibid. 1879).—Webber, H.J.: Spermatogenesis and fecundation in *Zamia*. (U.S. Dpt. Agric. Bureau plant Indus. Bull. 2, 1901).—Wordsell, W.C.: The anatomy of the stem of *Macrosamia* compared with that of other genera of Cycadaceae. (Ann. Bot.

10, 1896).

③Chamberlain, C.J.: Spermatogenesis in *Dioon edule*. (Bot. Gaz. 47, 1909); Morphology of *Ceratosamia*. (Ibid. 53, 1912); *Stangeria paradoxa*. (Ibid. 61, 1916).—Lang, W.H.: Studies in the development and morphology of cycadean sporangia. I. The microsporangia of *Stangeria paradoxa*. (Ann. Bot. 11, 1897).—Lawson, A.A.: Contribution to the life-history of *Bowenia*. (Trans. R.Soc. Edinburgh 54, 1926)

④Caldwell, O.W.: *Microcyas calocoma*. (Bot. Gaz. 44, 1907).

⑤Carruthers, W.: Fossil cycadean stems from the secondary rocks of Britain. (Trans. Linn. Soc. London 26, 1870).—Kräusel, R.: Bennettiales. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 13, 1926).—Lignier, O.: Végétaux fossiles de Normandie. I—III. (Mém. Soc. Linn. Normandie 18-20, 1894-1901); Le fruit du *Williamsonia gigas* et les Bennettiales. (Ibid. 21, 1903).—Solms-Laubach, H.: Ueber die Fruktifikation *Bennettites Gibsonianus* Carr. (Bot. Zeit. 48, 1890).—Wieland, G.R.: A study of some American fossil cycads 1-3. (Amer. Jour. Sc. IV. 7, 1899); American fossil cycads 1-2. Washington 1906, 1916.

⑥Brongniart, A.: Recherches sur les graines silicifiées. (Ann. Sc. nat. V. 20, 1881).—Grand'Eury, C.: Flore carbonifère du Département de Loire et du centre de la France. Paris 1877.—Renault, B.: Structure comparée de quelques tiges de la flore carbonifère. (Nouv. Arch. Muséum II. 2, 1879).—Williamson, W.C.: On the organization of the fossil plants of the coal-measure VIII. (Philos. Trans. B. 167, 1877).

⑦Hirasé, S.: Études sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba* L. 1-2. (Hour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo 8, 12, 1895, 1898); Nouvelles recherches sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*. (Bot. Mag. Tokyo 32, 1918); 平瀬作五郎: 银杏之授精及胚發育研究補遺. (植物學雜誌, 32 大正 7).—Pilger, R.: *Ginkgoaceae*. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 13, 1926).—Seward, A.C. & Gowan, J.: The maiden-hair tree. (*Ginkgo biloba* L.). (Ann. Bot. 14, 1900).—Sprecher, A.: *Le Ginkgo biloba* L. Genève 1907.

⑧Fujii, K.: On different views hitherto proposed regarding the morphology of *Ginkgo biloba* L. (植物學雜誌, 10, 明治 29).—Sakisaka, M.: On

the seed-bearing leaves of *Ginkgo*. (Jap. Jour. Bot. 4, 1929); 向坂道治: 所謂「御葉附銀香」也者。(植物研究雜誌 6, 昭和4)。

●Belajeff, W.: Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen 1-2. (Bot. Deutsch. Bot. Ges. 9. 11. 1891. 1893).—Buchholz, J.T.: Embryo development and polyembryony in relation to the phylogeny of Conifers. (Am. Jour. Bot. 7, 1920).—Celakovský, L.: Zur Gymnospermie der Coniferen. (Flora 62, 1879); Die Gymnospermen. Eine morphologisch-phylogenetische Studie. (Abhd. k. Böhm. Ges. Wiss. 7, 1890).—Eichler, A.W.: Sind die Coniferen Gymnospermen oder nicht? (Flora 56, 1873).—Goebel, K.: Organographie der Pflanzen. 2. Aufl. 3. Teil, Heft 2, 1923. —Hofmeister, W.: Vergleichende Untersuchungen, etc.—Jeffrey, E.C.: The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales. I-II. (Mem. Boston Soc. Nat. Hist. 5-6, 1906-15).—Pilger, R.: Coniferae. (Engler. Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 13, 1926).—Strasburger, E.: Die Coniferen und die Gnetaceen. Jena 1872; Sind die Coniferen Gymnosperm oder nicht? (Flora 56, 1873); Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879; Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. (Histol. Beitr. 4, 1882).

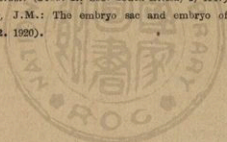
●關於這果植物授精之細胞學的研究，其數頗多，不遑枚舉，要之，結果皆大同小異。Schürhoff, P.N.: Die Zytologie der Blütenpflanzen. Stuttgart 1926. 一書中，列舉此種文獻頗詳。

●關於松科植物果實鱗片之形態學的諸學者之研究，詳於次之論文，可參考之。Worsdell, W.C.: The structure of the female "flower" in Coniferae. A historical study. (Ann. Bot. 14, 1900).

●Bower, F.O.: On the germination and histology of the seedling of *Welwitschia mirabilis*. (Quart. Jour. Microsp. Sc. 21, 1881); On the further development of *Welwitschia mirabilis*. (Ibid. 21, 1881); The germination and embryology of *Gnetum Gnemon*. (Ibid. 22, 1882).—Eichler, A.W.: Ueber *Welwitschia mirabilis*. (Flora 47, 1863).—Hooker, J.D.: on *Welwitschia*, a new genus of the Gnetaceae. (Trans. Linn. Soc. London 24, 1863).—Jaccard, P.: Recherches embryologiques sur l'*Ephedra helvetica*. (Bull. Soc. vaudoise des Sc. Nat 30, 1894).—Karsten, G.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Gattung *Gnetum*. (Bot. Zeit. 50, 1892); Untersuchungen

über die Gattung *Gnetum*. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg 11, 1893); Zur Entwicklungsgeschichte der Gattung *Gnetum*. (Boitr. z. Biol. d. Pflanzen 6, 1893).—Land, W.J.G.: Spermatogenesis and oogenesis in *Ephedra trifurca*. (Bot. Gaz. 28, 1904).—Lotsy, J.P.: Contributions to the life-history of the genus *Gnetum*. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg 20, 1899).—Markgraf, Fr.: Éphedraceae, Welwitschiaceae, Gnetaceae. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 13, 1926).—Pearson, H.H.W.: Some observations on *Welwitschia mirabilis* Hook. (Philos. Trans. B. 198, 1906); Further observations on *Welwitschia*. (Ibid. B. 260, 1908); on the embryo of *Welwitschia*. (Ann. Bot. 24, 1910); Microsporangium and microspore of *Gnetum*. (Ibid. 36, 1912); on the morphology of the female flower of *Gnetum*. (Proc. R. Soc. South Africa 6, 1917); Gnetales. Cambridge 1929. —Pearson, H.H.W. & Thomson, M.R.H.: on some stages in the life history of *Gnetum*. (Proc. R. Soc. South Africa, 6, 1917).

④Coulter, J.M.: The embryo sac and embryo of *Gnetum Gnemon*. (Bot. Gaz. 52, 1920).



第十五章 被子植物^①(Angiospermae)

被子植物之營養體，其大小種種不一。最小者為產生於熱帶亞熱帶之河苔草 (Podostemonaceae)，或世界各處皆有其產之浮萍科 (Lemnaceae)，皆生育於水中，前者之狀如苔亦如藻，後者無莖葉之別，由扁平之器官，直接發根。最大者為濠洲產之桉屬 (Eucalyptus)，高達 150 M.。莖之周圍有及 30 M. 者。

觀其莖之解剖的構造，維管束通常為並生型，形成層或有或無，中心柱屬於真正型或不整型^②

花有着生於莖或枝極之先端(頂生)者及着生於葉腋(腋生)者。在腋生花，其所包之葉曰苞，花有柄時，其柄曰花梗。苞不必皆存在，例如十字花科植物，常付缺如。花梗往往具一至二個微細之葉，是曰小苞，一名前出葉。

花或孤生或聚積而成花序。花序之種類甚多，在植物記載學上為區別植物種類要點之一。

花序有單軸型與多軸型之區別。

(甲)單軸型一名總狀花式

(a)總狀花 軸長，有柄，腋生花着生於其上(第四〇三圖 1)。

(b)穗狀花 與總狀花同，唯花無柄，是其異點(同圖 2)。穗狀花軸之多肉者，稱曰肉穗花，開花後全體枯落者曰莖莖花

(c)繖形花 軸極短，幾不可得見，故有柄花聚生(同圖 3)

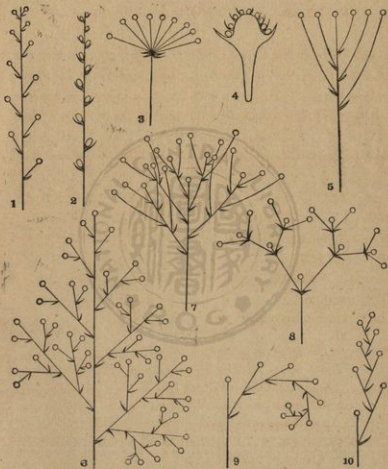
(d)小頭花 軸短，先端膨大，無柄花着生於其上(同圖 4)

(e)繖房花 如總狀花，下部之花，花梗甚長，故花序中之各花，皆在同一高度之處(同圖 5)

(f)複總狀花 軸分枝，每枝各成總狀花(同圖 6)

(乙)多軸型一名聚繖花式 每次分枝，必變其軸為多軸型之特色。故在此型，所謂軸者，為比較的語，與單軸型之軸，始終不變者，大異。

(a)多繖花 自比較的軸出發之側枝，在二繖以上(同圖 7)



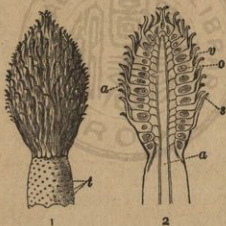
第四〇三圖 花序模式圖(Velenovský)

各花序之名稱及說明，見本文中

(b)二條花 自比較的軸出發之側枝，常為二條(同圖 8)

(c)一條花 自比較的軸，僅發一條之側枝，此際側枝有僅自一方發出者(同圖 9)及有由左右交互發出者(同圖 10)。

被子植物之花，由團集於花軸及其周圍之大小孢子葉而成，此與木賊類、石松類及裸子植物無異，惟花軸之發達極微，通常節間幾全不發達，故孢子葉幾着生於此軸之同一高度，不形成如裸子植物所常見之圓錐體等點與之異趣耳。但在被子植物，花軸甚長，形成圓錐體者，亦非無有，如厚朴(*Magnolia hypoleuca*)者，即其一例也，花軸甚長，多數子房，沿長軸而着生(第四〇四圖)，故其果實之形，宛然如裸子植物之圓錐果。



第四〇四圖 厚朴之花 (1)除去萼蓋，(t)其痕跡也 (2)縱切 (a)花軸
(o)胚珠 (v)子房 (s)花柱

花軸時時行特異之生長，為皿狀、壺狀等形，着生於此之孢子葉及無性葉(花被)，互變其比較的位置。例如在四〇五圖 1，花軸未為特別之發育，故子房着生於花軸之先端，在花之諸器官中居最上之

位置，然在該圖 2 及 3，花軸爲特異之生長，或成扁平之皿狀 (2)，或成深壺狀 (3)，故子房之位置，占花之諸器官中之最下方，雄蕊着生於爲此特異生長之花軸之緣邊，子房與雄蕊，相去甚遠。子房爲花軸所包圍，花軸與子房之膜壁完全合着 (4)。如 1 之花曰雌下花，其子房稱上位，如 2, 3 之花曰雌周花，其子房稱中位，如 4 之花曰雌上花，其子房稱下位云。



第四〇五圖 子房之位置 (Strasburger) (1) 子房上位(雌下花) (2) (3) 子房中位(雌周花) (4) 子房下位(雌上花)

被子植物之花，不僅限於大小孢子葉，通常無性葉亦雜生於其間。無性葉居孢子葉之外，名曰花被。花被雖見於裸子植物中之麻黃類及木賊科，然爲極不完全之物。花被有萼與花冠之別者及無此區別者。在無此區別者中，有有一層花被與有二層花被者。花被無萼與花冠之別者曰等被花，有此差別者曰異被花，而等被花中，僅有一層之花被者稱之爲單被花，有二層之花被者，稱之爲兩被花。全然無花被之花，名曰無被花或曰裸花。又花瓣之互相合着之花，曰合瓣花，其互相分離者曰離瓣花。

一花之中，有僅有一個之雄蕊者，亦有具多數雄蕊者。有多數雄蕊時，有分離者，亦有合着者。各雄蕊有分歧者。

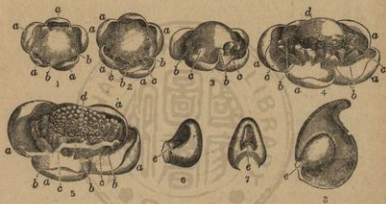
子房可謂被子植物特有之器官，爲大孢子葉之完全包圍於胚珠之外者也。胚珠着生於心皮之緣邊，或其上面。在裸子植物，心皮開

放，決不形成一室，是為被子及裸子植物相異之要點之一，已如前述。子房有由一個心皮而成者，亦有由數個心皮相合而成者。無論何種，其上端皆為柱頭。柱頭多乳狀突起，成熟時，分泌黏質之蜜汁，以為捕捉花粉之用。子房與柱頭之間，往往有花柱。子房、柱頭及花柱合稱雌蕊（無花柱者，即子房及柱頭之合稱）。子房每花有一至數十個。

按羊齒羣之葉之進化狀態，最初葉兼營養及生殖之用，所謂營養孢子葉者是也。其後葉發生分工，於是生營養葉與孢子葉之差異（第四三八頁）。被子植物之高出葉及低出葉，在系統上由來於營養葉，至為明顯，雄蕊及雌蕊，則殆直接間接由孢子葉變化而生者也。唯關於花被，學者之議論，尚無一定，或以雄蕊，或以高出葉為花被所由來之器官。例如 De Candolle 及 Nägeli 以花瓣為雄蕊之變態，^⑤而 Čelakovský^⑥ 以在毛茛科雄蕊與花被，為葉之中間物，（例如白頭翁屬 *Anemone*）以為在此科花瓣為雄蕊之變態云。其後 Worsdell^⑦ 亦以花被為完全由來於雄蕊者，Potonié 亦為同樣之說，然又有最初無萼與花冠之別之花被，先自雄蕊化生，此花被至後除分化為萼與花冠外，萼有時自高出葉發生之說焉。反之 Vol'novský 不同意於一般花被由來於雄蕊之說，以為花被為由來於高出葉者。^⑧ 彼之言曰，世人於睡蓮屬 (*Nymphaea*) 目擊雄蕊漸次變化為花瓣之狀，然與此反對，吾人豈不可謂花瓣漸次變為雄蕊乎？蓋在毛茛科，萼與花冠之間，無明顯之境界者，不外於表明由高出葉而來之花被，漸次分化為二者之階段而已。又曰，若以一切花瓣皆由來於雄蕊，則在完全無雄蕊之雌花，果如何以說明之乎云。關於花被之由來，說之不同，大抵如斯，然皆為憶想，無一確證。要之，有時如甲說者有之，如乙說者亦有之，又在有數層花瓣之際，其由來並非單一，一部由雄蕊變成，一部則由高出葉而來者，容或有之。以上皆據從來世人所信，以無花被之花為原始的，有被花為從此進化而生者之憶說而推測之言，即從 Arber 及 Parkin 所主張被子植物與 *Bennettitaceae* 同發於一源之說（第六四六頁），其理亦與上述者無異。唯據此說，被子植物，當初發生之

際，已有萼與花冠之境界不甚分明之花被，而此花被，與前之高出葉相當，故此高出葉漸次分化，生成萼與花冠；或此花被，變為花瓣，另自高出葉發生萼；或花瓣全由雄蕊而生，或其一部來自雄蕊，而另一部分則自高出葉發生者，容或有之。總之無論以有被花為原始的花或認無被花為原始的花，花被之起原，不若普通人所想像之簡單，其由來因時而異，不可一概而論者也。

按花之發育，最初為小形之薄壁組織，外形如小丘，其後於小丘

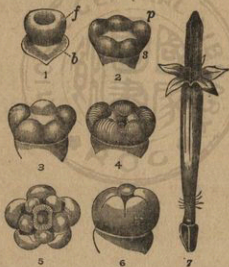


第四〇六圖 *Ranunculus trilobus* 花之發育 (Payson) (1) 有五個萼片(a)及五個花瓣(b)之始原，自上方觀之 (2) 發生五個雄蕊(c)之始原，自上方觀之 (3) (2)之側面觀 (4) 心皮始原(d)之發生 (5) 其次之階段，心皮(d)愈形發達 (6) 相當發育之心皮之側面觀 (7) 同，自前方觀之，(e)為胚珠之始原 (8) 成熟子房之斷面 (e) 胚珠

上發生花被及雌雄蕊之始原(第四〇六圖)。其發生之順序為求心的，先生萼片(同圖 1, a)。繼生花瓣(同圖 1, b)復生雄蕊(同圖 2, c)最後始見雌蕊(同圖 4, d)之發生。此等器官中，花瓣之發達，進行最為徐緩。蓋最初花瓣與萼片交互而生(同圖 1, b)，後者之發達，頗為迅速，前者之發育，十分落後，至其後起之雄蕊行將成熟之時，尚極微小

(同圖 4,5)。故近於開花之際，花瓣始急行發育，達常規之大小焉。

其次引用菊科植物之管狀花，以爲合瓣花發育之一例。按此種花之發育，最初於花托上發生隆起，隆起漸次發達爲半球狀。此半球之發育，僅頂部甚爲遲緩，其他部分，則與前同樣生長，此隆起遂成盃狀（第四〇七圖 1）。其後此盃之緣邊，分別發生五個之小瘤（同圖 2），是爲花冠之始原。生有小瘤之盃之緣邊部，漸次生長肥大，因此此五個之小瘤，亦漸次高舉，發達而爲五裂之合瓣花冠（同圖 3,4,5）。故此雖有合瓣花冠之稱，然並非元來分離之五個之花瓣，至後始行合者也，花冠之全體，自最初即爲一個，僅其先端分爲五個之部分，自最初



第四〇七圖 *Helioopsis scabra*(菊科)管狀花之發育 (Payer) (1)幼稚者 (f)花 (b)苞 (2)花瓣(p)及未完成之萼(a)出現 (3)(2)之稍老成者 (4)雄蕊之始原發生，花瓣向內屈曲 (5)由上觀之，見二個心皮之發生 (6)(5)之側面觀 (7)一具已開之成熟之花

即以小瘤之狀，分別發達而已。花冠之內部，發生雄蕊及雌蕊，與上述者同(同圖 6)。第四〇七圖 7 示一個成熟之管狀花。①

一花中之無性葉及孢子葉之比較的位置，可以圖式示之，是曰花圖式。② 凡花所着生之軸曰主軸。腋生花以自其主軸上所生之葉(苞)與主軸所成之角度(即葉腋)發生為通則。在花圖式中，花之向主軸者曰上部或曰後部，(第四〇八圖)，向葉者曰下部或曰前部云。

一個之花，由平面而縱切為二半時，通常此二半形狀相等，而分為此相等二半之平面，至少有一面時，此花曰對稱花。此等平面僅有一個時，此花曰單面對稱花(往時曰不整齊花，第四〇八圖 2，之 a a，為此平面所通過之線)，有二個或多數之此等平面時，此花曰面對多稱花或曰輻射花(同圖 1，aa, bb, cc 等，如此等平面所通過之線，此等線為放射狀，故名，往時稱曰齊整花者是也)。而無此可分為相等兩半之平面者曰不對稱花，屬於此類之花極為稀見。

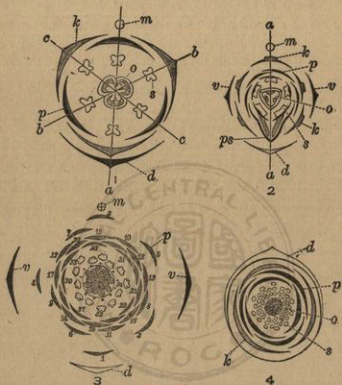
在被子植物，尋常葉在莖上通常為 $\frac{1}{2}$ ， $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{5}$ 等式之螺旋狀之排列，輪生者較稀(但二葉輪生即對生者甚多)，然花中孢子葉及無性葉之輪生者甚多，作螺旋狀者較少。凡一花中，葉之輪生者曰輪生花(同圖 1, 2)，其排列為螺旋狀者，曰非輪生花(同圖 3)。一花之中，某葉輪生，某葉作螺旋狀者曰半輪生花(同圖 4)。

花之具有雌雄兩蕊者，曰兩全花，雌雄蕊中之缺其一者曰單性花，在此際僅有雄蕊之存在者曰雄花，僅有雌蕊之存在者曰雌花。至於雌雄蕊皆缺之花曰無性花。

按各個體中上述諸種花之分布，有僅具一種之花者，有兼具數種之花者，種種不一，其種類如次。

(a) 一個體中之花，皆為兩全花(例如稻屬百合屬，此外不遑枚舉)。

(b) 有兩全花與雌花者(雌性一家花，例如菊科之某種，中心為兩全花，舌狀花為雌花者是也)



第四〇八圖 花式圖(Eichler, Baillon) (1)君影草 (*Convallaria majalis*), 之花式圖(多面對稱花) (aa), (bb), (cc) 為對稱面所通過之線 (2) 堇屬 (*Viola*) 之花式圖(單面對稱花) (aa) 為平面通過之線 (3) 檳榔屬 (*Calycanthus*) 之花式圖(非輪生花) (4) 大山朴 (*Magnolia grandiflora*) 之花式圖(半輪生花), 萼及花瓣輪生, 雄蕊及雌蕊排列作螺旋狀 (m) 主軸 (d) 萼 (v) 前出葉 (k) 萼 (p) 花瓣 (s) 雄蕊 (o) 子房 (ps) 花瓣距

(c) 僅有雌花者(二家花, 即柳屬之雌株)

(d) 有兩全花與雄花者(雄性一家花, 多數之繖形科植物, 藜蘆屬 *Veratrum* 等)。

(e) 僅有雄花者(二家花, 即柳屬之雄株)

(f) 有雄花、雌花及兩全花之三種者(三性花, 七葉樹屬 *Aesculus*, 皂莢屬 *Gleditschia* 等)

(g) 有雌花及雄花者(一家花, 栗屬 *Castanea* 等)。

以上各種類中 (c)(e) 為雌性的, 其餘皆為混性者也。

授粉為以花粉送至柱頭之作用, 有三種之別。

(a) 自花授粉 花粉自雄蕊而出, 附着於同一花之柱頭者。

(b) 隣花授粉 一個體中之各花間所行之授粉。

(c) 異花授粉 異株之花之間所行之授粉。

(i) 蟲媒花



第四〇九圖 香堇菜(*Viola odorata*)閉鎖花之授精 (Leclerc Du Sablon) (1) 模式圖 (2) 圖, 縱切 (o) 胚珠 (c) 花柱之運輸組織 (s) 柱頭 (t) 花粉管 (a) 藥 (p) 花粉 (f) 花絲 (1) $\frac{10}{1}$

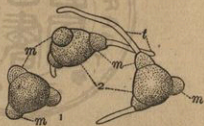
(2) $\frac{40}{1}$

(ii) 風媒花 等

花成熟後，常行開放，但間有不開花者。例如大麥有平常不開花之品種。又堇屬 (*Viola*) 酸漿草屬 (*Oxalis*) 等除普通所開之花外，往往發生所謂閉鎖花。閉鎖花終身不開，由自花授精而產生種子，花甚不美。此等花中之花粉囊，不裂開，花粉在囊中發芽，生花粉管，管貫通囊之膜壁而外出，到達自花之柱頭(第四〇九圖)。

在裸子植物，其小孢子如蘇苔及羊齒植物，當發芽之際，先行裂開而後發生花粉管，然被子植物之小孢子，決無裂開之事。蓋後者之小孢子，其外膜除刺及斑紋之外，往往各處具有薄膜(第四一〇圖 m)。小孢子發芽之際，花粉管由其生長壓力，破薄膜而伸出於外。一個小孢子中，有數處如此薄膜之處，故一個小孢子，可發生數個之花粉管，但能發達者，僅一管耳。例如月見草屬之花粉，有三個薄膜之處(m)，當花粉發芽之際，花粉管突破此處而外出。

孢子到達柱頭而生花粉管時，管貫穿柱頭而入花柱，其狀恰如根之入土壤，又如菌絲之入寄主組織內然。花柱內部之組織，既軟弱而又富於養料，故花粉管易伸入其中，且在其進行中，有獲得養料之便利。又花粉管之一旦伸入花柱者，到達子房腔內，伸入其中之胚珠之珠孔。柱頭之上，大抵有多數小孢子之聚集，各生一條之花粉管，故子房內縱有數十或數百之胚珠，皆得一一授精也。



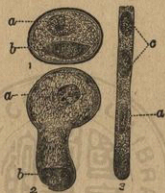
第四一〇圖 月見草屬之花粉

及其發芽 (1) 花粉 (2) 發芽

(m) 膜之點處 (t) 花粉管 $\frac{90}{1}$

小孢子內所生之雄性原葉體，極端萎縮，其狀與 *Welwitschiaceae* 及 *Gnetaceae* 等之種類無異。即僅由一個之管細胞(第四一一圖 1, a) 與一個之生殖細胞(同圖 1 b) 而成，發芽之際，管細胞伸長而

爲花粉管(同圖 2)。生殖細胞,通常在花粉管發生後分裂爲二,造成二個之雄精細胞(同圖 3,c)



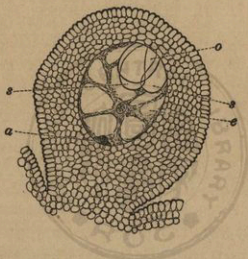
第四一圖 *Lilium Martagon* 花粉之發芽 (Guignard)

(1) 花粉 (2) 自此發生花粉管之狀 (3) 花粉管之一部 (a) 管細胞之核 (b) 生殖細胞 (c) 由生殖細胞之分裂而生之雄性

細胞 $\frac{375}{1}$

子房有僅有一個胚珠者, 及有多數胚珠者, 例如蓼科 (Polygonaceae) 之子房, 其基底有一個直立之胚珠, 其狀與紫杉屬相似 (第五九四頁)。胚珠有直生、彎生、倒生之三種 (第三三七圖)。珠皮有一至二葉, 又胚珠不具珠皮, 僅由珠心而成者亦有之, 例如檀香科 (Santalaceae) 及文殊蘭 (*Crinum*) 屬 (第四一二圖) 是也。

大孢子內之狀況，與裸子植物大異，但與裸子植物之 Gnetaceae 稍相類似。大孢子最初具有一核(第四—三圖 1)，其後分裂生成二子核(同圖 2)。各子核繼續分裂(同圖 3)生成四核(同圖 4)，此四核亦各分裂，生成八個之子核，其中三核，在大孢子之上部，三核在其下部，二核居其中部。未幾，大孢子內之細胞質，凝集於上下部之核之

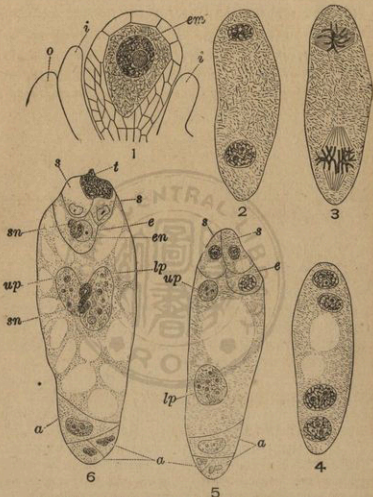


第四—二圖 無珠皮之胚珠，文殊蘭 (*Crinum asiaticum*)

之胚珠 (e) 胚囊 (o) 卵球 (s) 助細胞 (a) 反足細胞(新鮮材

料之透視圖)

周圍，上下各生成三個無膜之細胞。上部三個細胞中之最大者(同圖 5, e) 為卵球，兩側之細胞(s, s)，稱曰助細胞，其功能尙未分明。居大孢子下部之三個細胞(a)，因其位置與卵球正相反對，故名反足細胞。中部之核(up, lp)曰極核，生成後即相合着，造成大核者有之，或在精核到達之前不相合着者亦有之



第四一三圖 *Lilium Martagon* 之生殖器發育及授精 (Guignard)
 (1)——(4) 胚囊(大孢子)之發育程序 (em) 胚囊母細胞 (i) 內珠皮
 (o) 外珠皮 (2)——(6) 僅示胚囊 (5) 成熟之胚囊 (s) 助細胞 (e) 卵球
 (a) 反足細胞 (up) 上極核 (lp) 下極核 (6) 授精 (t) 花精管 (en) 卵核

(en) 卵核 $\frac{400}{1}$

授精之際，花粉管穿入珠孔之內(同圖 6, t)，其末端破裂，其中所有之二個雄精細胞，由此脫出，一入卵球之內，其核與卵核合着(sn)，一至大孢子內，與二極核三者合着，造成一大核(同圖 6, up, sn, lp)。

茲應特筆者精核往往作螺旋狀或蠕蟲狀，其外形頗與精蟲相類似是也。(同圖 6, sn)。然精核無纖毛，無運動力，其自花粉管脫出而入卵球或大孢子之內，完全出於他動，蓋主由於花粉管之膨壓力而被運搬而已。且被子植物中，其精核之如裸子植物之作球狀者，亦頗多也。

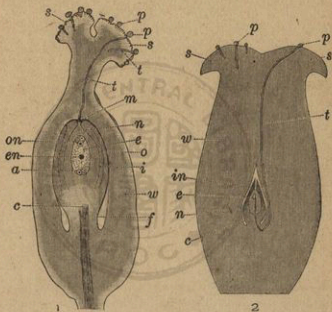
被子植物，當授精之際，如上節所述，同時行二次之核之合着(即精核與卵核之合着，及精核與二個極核之合着是也)。是被子植物之授精之所以有重複授精之名也。②

二個助細胞中，一當花粉管穿入珠孔時，已開始破壞，另一細胞，於授精後雖暫時生存，然不久即行消滅。但精核間有入助細胞之內，與其核合着而生成胚者，亦非絕無(例如芙蓉屬 *Naaja*)。由是觀之，助細胞亦為一種之卵球，元來有發達為胚之能力，但因相關作用之理，通常中途停止其發育，以致不能成胚耳。例如一樹有多數之芽，其中發展而為枝梗者，僅限於極少數，大半通常在休眠之狀態，即行枯落。又反足細胞以在授精之初即行消滅為原則，但有時不但不消滅，反盛行生長肥大，有時竟伸長而到達於卵球之近傍。此際反足細胞利用其在胚囊(大孢子)下部之位置，吸收自外而來之養料於自體中。其後養料經此細胞而接近卵球，供其生長之用。

在裸子植物，自授精以至授精開始，少者需要數月，久者需一年之久(第五五〇頁)。然在被子植物，授精之後，至遲經數日，授精當已完了。但非絕無例外。今舉其一例，據 Shoemaker 之研究，③ 美洲產金縷梅屬之 *Hamamelis Virginiana*，每年十月至十二月間行授精作用，至翌年五月，始行授精云。

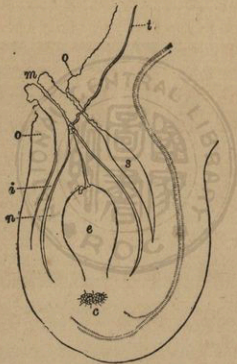
在以上所述之授精，花粉管經柱頭、花柱而入子房腔內，穿入珠孔，是為最普通之方法，稱曰珠孔授精或曰頂點授精(第四一四圖 1)。茲有例外之授精法焉。其一即所謂合點授精一名基點授精，Treub 最初發見於木麻黃屬 *Casuarina*，④ 繼之於樺木屬 (*Betula*)，赤楊屬 (*Alnus*)，榛屬 (*Corylus*)，黑見風乾屬 (*Carpinus*)，胡桃屬 (*Juglans*) 或 *Corya* 等，皆發見之。⑤ 例如在胡桃屬或 *Corya*，花粉管雖經花柱而接近於子房腔，然絕不入內，遂而穿入胚珠之珠柄，俄然轉變方向，向上，更進而與大孢子相接(同圖 2)。故此際雖有珠孔，毫無其必要也。

與合點授精相似而與之略異者，為中點授精。此法最初發見於榆屬 (*Ulmus*)，⑥ 其後



第四一四圖 授精之際子房縱切模式圖 (Strasburger Bolling) (1) 薔瑪，頂點授精⁴⁸/₁ (2) *Corya* (胡桃科)之合點授精(廓大) (p)花粉 (s)柱頭 (t)花粉管 (m)珠孔 (w)子房壁 (f)珠柄 (c)合點 (n)珠心 (e)外珠皮 (i)內珠皮 (in)珠皮 (e)胚囊 (a)反足細胞 (en)胚囊壁 (on)卵核

在大麻 (*Cannabis sativa*)，南瓜屬 (*Cucurbita*) 及 *Alchimilla arvensis* 等，亦發見之。◎例如在榆屬(第四一五圖)，花粉管雖往往穿入珠柄，不至合點，橫貫外珠皮而達珠心之上端，其後穿入組織內，與大孢子相接。故此際花粉管不入胚珠之基底(合點)，卻入其中點，是中點授精之名所由起也。茲須特記者，在大麻及 *Alchimilla arvensis* 內外之珠皮，完全被覆於珠心之上，不留珠孔，是遺珠孔因生理上之不用，而退化萎縮者也。



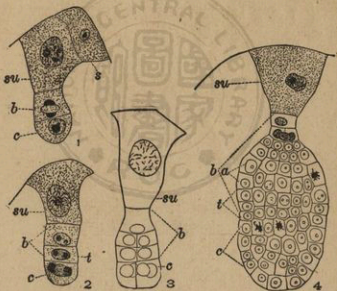
第四一五圖 山榆 (*Ulmus montana*) 之中點授精模式圖

(Nawaschin) (m)珠孔 (o)外珠皮 (i)內珠皮 (n)珠心 (s)

花粉管 (e)胚囊 (c)合點 (s)內外兩珠皮間之囊狀間隙

精卵兩核之合着終了後，卵球之周圍，發生膜壁，變為卵子，其後卵子生長分裂而成胚。胚之生成法，視植物之種類而有若干之差異。今就單子葉類及雙子葉類各選一例而敘述之如次。

屬於單子葉之慈姑屬 (*Sagittaria*) 之卵子，先橫裂而生成二個之細胞，一個隨即分裂，共計生成三個細胞(第四一六圖 1, su, b, c)，後(su)不再分裂，伸長而為胚柄。(c)分裂，造成子葉，(b)分裂，自此生成胚莖之頂部，胚軸及根，且同時亦可成胚柄之一部(同圖 2, 3, 4)。又在薺屬 (*Capsella* 雙子葉類第四一七圖)，卵子分裂而生二個

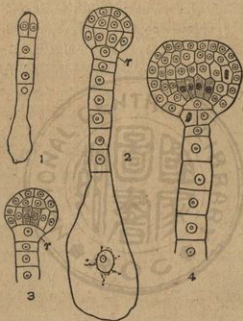


第四一六圖 慈姑屬 *Sagittaria variabilis* 之胚發育(Schaffner)

(1)幼稚者 (s)助細胞 (c)至後發生子葉之細胞 (su)不分裂者，後成胚柄 (2), (3), (4) (b)發生莖之頂部 (a)為胚軸 (c)為子葉 (su)胚柄

其餘詳本文 (1), (2), (3) $\frac{400}{1}$ (4) $\frac{260}{1}$

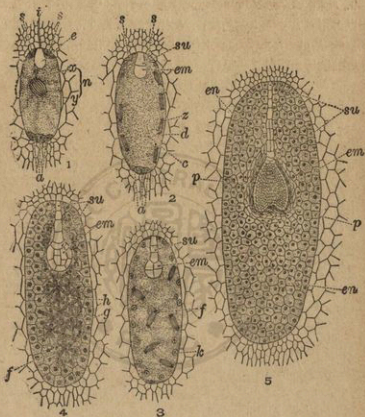
之細胞，先端之細胞雖向種種之方向發生分裂，然另一細胞，僅為數回之橫裂，生成一系列之細胞。此一系列之細胞中，除(r)之外，皆成為胚柄，而先端之細胞，為種種之分裂，造成有二個子葉之胚。(r)成為此胚之根端。



第四一七圖 莢 (*Capsella bursa-pastoris*) 之胚發育 (Coulter
& Chamberlain) 圖解詳本文 $\frac{400}{1}$

要之，因卵子之分裂而生之二子細胞中，其一主生成胚，其一則主生胚柄也，

與胚之發育同時，由精核與兩極核之合着而生之大核，亦盛行分裂，生成多數之遊離核（第四一八圖，1, 2, 3）。其後其間發生細胞膜，故於大孢子內生成一細胞組織，生長中之胚，埋沒於此組織中（同圖



第四一八圖 胚乳發育模式圖 (Bonnier et Leclerc du Sablon)
 (1)由精核與兩極核之合着而生之核(n)，分裂而生(x)(y)之兩核
 (e)卵子(t)花粉管之已破壞者(s)助細胞(a)反足細胞(2)卵子分
 裂而生胚柄(su)與胚(em)之始原(x)(y)為數回之分裂，在胚囊之
 周邊，尚繼續分裂(z,d)(e)為胚囊內之細胞質(3)胚之始原(em)分
 裂而生數個之細胞，胚囊周邊之核(k)停止其分裂，分裂漸向中心(f)
 (4)胚柄(su)及胚(em)更行分裂而變為多細胞，由分裂而生之核間發
 生膜壁，膜壁之造成，始自周邊(g)，漸及中部(h,f)。(5)胚乳(en)已
 成，胚(em)之近傍之胚乳，漸次為胚所侵蝕(p)。

4, 5)。此組織貯藏澱粉蛋白質等種種之養料，名曰胚乳。此胚乳之組織，其外形及其生理上之功能，皆與裸子植物之胚乳無異，但後者之胚乳(除 *Welwitschiaceae* 之後期胚乳外)生於授精之前，而被子植物之胚乳，至授精之後始行發生，此二者果可認為形態學上同一之物與否，尙未能明言。或者被子植物之胚乳，在系統史上，與裸子植物之胚乳，毫無關係，為胚之營養計，特限於此類發生之貯藏組織，亦未可知。若然，則二者外形之全相一致，蓋因生理上之功能同一之故而發生之結果，可為所謂同功器官之一好例者也(第一六一頁)。

胚生長而生胚乳之際，大孢子亦隨之生長，珠心(大孢子囊)不堪此壓力而破壞溶解，以供胚及胚乳生成之材料，故在成熟之種子，珠心完全消滅，不見痕跡，即不然，亦不過殘留一二細胞層而已。然在睡蓮科(*Nymphaeaceae*)與胡椒科(*Piperaceae*)等，則與此稍異，珠心之組織依然存在，一如胚乳，貯藏養料於其中，成一特殊之貯藏組織。故如斯之種子中，有內外二種之貯藏組織，胚埋沒於其內部之一組織中(第四一九圖 3)。此內部之組織，即普通之胚乳，而外部之組織，乃由珠心發達而成，即所謂外乳(p)是也。曇華科(*Cannaceae*)等之種子，胚乳完全消滅，僅有外乳，胚埋沒於其中。

種子為胚珠經授精而成熟之物，通常內含胚與胚乳(第四一九圖 2)。然亦有在成熟期間，胚吸收胚乳至盡，因此種子僅有胚者，不乏其例(同圖 1)。種皮主由珠皮變化而成，有時珠心組織之未及破壞之數層，亦加入其中。



第四一九圖 種子之縱切(Prantl)

(1) 巴旦杏 (*Amygdalus communis*) 無胚乳 (2) 馬錢子 (*Strychnos nuxvomica*) 有胚乳 (3) 胡椒 (*Piper nigrum*) 有胚乳及外乳 (e) 胚 (c) 子葉 (a) 胚軸 (en) 胚乳 (p) 外乳 (s) 種皮

被子植物，亦有行單爲生殖者。其已確實證明者，雖尙不甚多，然其數必將漸增。例如 *Antennaria alpina*，數種之 *Alchimilla*，葦菜 (*Houttuynia cordata*)，白花蒲公英 (*Taraxacum albidum*) 等皆是也。此等科植物之卵球，未經授精，卽有變爲卵子而生成胚之力。此外如唐松草屬中之 *Thalictrum Purpurascens* 者，有時或行普通之授精，或行單爲生殖。●

一個之種子，以有一個之胚爲原則，然間有一種子中含有數個之胚者。其原因不一而足，不能一言以盡之，或卵球之外助細胞亦經受精而變成胚者有之，或反足細胞或胚柄之某細胞，變而爲胚者，有之。又在某種植物，珠心之細胞，盛行分裂，因而生胚者亦有之。

授精之影響，頗爲顯著，不但因此胚珠變爲種子，卽子房之膜壁，亦受其影響，變爲果皮，因此生成果實。果實有保護其中之種子，而助其散布之用。果實之形態，種種不一，種類頗多，在植物記載學上，爲甄別植物種類要點之一也。

果實大凡有如次之種類。

(甲) 乾果 果皮乾燥，爲革質，木質，或膜質

(I) 閉果 不裂開

(a) 堅果 果皮木質或革質，種子不合着(例，櫟屬 *Quercus*，毛茛屬 *Ranunculus*)

(b) 穎果 果皮與種子合着甚堅(禾本科)

(II) 裂果 初含多數之種子，成熟時破壞而爲每片含有一個種子之破片(例，鳶尾屬 *Glaucostylis*)

(III) 蒴果 裂開

(a) 蓇葖 由一心皮而成，沿外縫線裂開(例，牡丹屬)

(b) 蒴 與(a)同，但沿外縫及內縫兩線而裂開(例，多數之豆科)

(c) 蒴 由多數之心皮而成，有胞背，胞間裂開之別，又有孔蒴(例，罌粟屬 *Papaver*) 蓋果(例，車前屬)等之別。

(乙) 漿果 果皮全部或一部多肉，液汁甚多

(a) 核果 包圍種子之果皮，一部頗爲堅硬(例，櫻桃屬)

(b) 漿果 果皮完全多肉多漿(例，柿屬 *Diospyras*)

此外種類甚多，不遑枚舉。

以上所述之被子植物大孢子內之狀態及授精與裸子植物（麻黃類除外）相比較對照，可知其間有顯著之差異。即在前者，大孢子內無囊卵器，僅有一卵球，二個助細胞，三個反足細胞與二個極核而已。而助細胞不外於一種之卵球，已如前所論述，故在被子植物，囊卵器頗為退化，失去頸細胞及腹溝細胞等，僅餘卵球，故三個卵球，可謂囊卵器之代表。又若以大孢子內發育之胚乳，與裸子植物之胚乳，在系統上為無何等關係之物，（第六四〇頁），則在被子植物，雌性原葉體，可謂達退化之極，盡完全消滅矣。彼三個反足細胞者，可謂被子植物祖先之大孢子內所發育之雌性原葉體之頭果僅存者也。要之，被子植物之大孢子內，真正之雌性原葉體，雖不發生，然三個之營養細胞（反足細胞），三個退化之囊卵器（卵球及助細胞），亦足以代表之矣。在被子植物，不但雌性原葉體，如此縮小，即其雄性原葉體之退化，亦如前所述（第六三〇頁），已達極點，此吾人所以認世代交替已絕跡於被子植物之為合理也（詳細可參考第二五頁以下圖曰世代交替之節，特別注意第三〇頁）。

被子植物之分類如次。

（一）雙子葉類 *Dicotyledones*

雙子葉類之種子，有具胚乳者與不具胚乳者。胚有二個之子葉。發芽之際，根先伸長，突出於種皮外，子葉終身殘留於種皮內而在地下，及其中所含之養料，盡與幼植物後即行枯死者有之，脫出於種皮外而出現於地上者亦有之。

由胚發生之根，為植物之主根，自此發生側根。葉有有柄與無柄之別，托葉或存或缺。葉之形狀，種種不一，葉脈大抵為網狀。

莖之中心有髓，維管束排列於其周圍，作環狀，形成所謂真正中心柱，有形成層，故莖能為第二期之肥大生長。

花種種不一，不能一，概而論各輪中花之葉數以四至五為普通，輪數以五者為多。花被大抵有萼及花瓣之差。其花式如 $K_5C_5A_5+5G_{(5)}$ 所示。

雙子葉類可分次之二區。

（甲）古生花被區 *Archichlamydeae*

花被完全缺如，或僅有一層之花被（單被花及無瓣花），或有二層之花被，唯其內花被之葉，大抵分立。

(乙) 後生花被區（一名合瓣花區）*Metachlamydeae*
(*sympetalae*)

花被有二層，內花被之葉，多相合着。

此二區中，古生花被區，雙子葉類之大多數屬之，系統史上，較屬於後生花被區者為老。此二區中之諸科，嫌其煩瑣，今不列舉，記載此等諸科之名稱，而舉其特徵者，自有專書，欲知其詳者，可參考之。

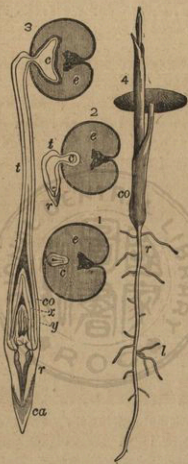
(二) 單子葉類 *Monocotyledones*

單子葉類之種子，胚乳占其大部分，胚較為微細，有一個之子葉（第四二〇圖 1）。發芽之際，根先伸長，突出於種皮外（同圖 2, 3），繼之作鞘狀之子葉之下部（*co*）生長，亦突出於外，擁抱其中之幼芽（同圖 3, *x, y*），其先端插入種子內，以吸收其養料。幼芽生長，伸出鞘外（同圖 4）。自胚發生之根（*r*），不能永久生存，發生後未幾即行枯死，自莖之下部與根相近之處，發生多數之不定根，代其作用。

葉無柄且無葉托，基底多作鞘狀，其中以禾本科（*Gramineae*）之鞘，最為發達。葉形狀狹長，無鋸齒，常不分歧，但天南星科（*Araceae*），薯蕷科（*Dioscoreaceae*）之葉甚寬廣，有分歧，芭蕉科（*Musaceae*）之葉甚巨大，棕櫚科（*Palmae*）之葉，雖一見狀似複葉，然實則不然，此等葉在幼稚時，為全邊之物，及芽將開展時，葉面諸處乾燥，於此等處破裂，至成為複葉之狀。

單子葉類之葉，其脈以平行型為通則，如天南星科薯蕷科等，則有網狀型之葉。

橫切單子葉類之莖，可見全面有維管束之散在，形成所謂不整中心柱（例如玉蜀黍屬 *Zea*），或中心有髓，維管束排列於其周圍（例如



第四二〇圖 羣捷木 (*Phoenix dactylifera*) 之發芽 (Sachs) (1) 種子之橫切 (e) 胚乳 (c) 子葉 (2) 發芽種子之橫切 (t) 子葉之柄 (r) 根 (3) 發芽之進一步者 (Co) 子葉鞘, 此鞘中有 (x) (y) 等葉在內 (ca)

根冠 (4) 更進一步者 (l) 側根 $\frac{1}{1}$

燈心草屬 *Juncus*)。皆不具形成層。棕櫚科之幹，由基礎組織之薄壁組織之擴大而肥大，熱帶產之喬木狀百合科 (Liliaceae) 石蒜科 (Amaryllidaceae) 及薯蕷科之莖，維管束之外，有輪狀之形成層，由其作用而生長肥大。

花由二輪之花被，二輪之雄蕊，及一輪之雌蕊，合計五輪之輪生葉而成，各輪以有三葉為原則。花被有萼與花冠之別者甚稀，其花式如下。

$$P_3 + 3A_3 3G_3$$

單子葉類以草本為多，有根莖、球莖等之地下莖者亦不少。此類中，芭蕉科能生長為巨大之樹，屬於禾本科之竹亞科 (Bambuseae)，屬於百合科之朱蕉屬 (*Cordyline*)，屬於石蒜科之龍舌蘭屬 (*Agave*)，屬於露兜樹科 (*Pandanaceae*) 之露兜樹屬 (*Pandanus*)，等者有喬木及灌木。薯蕷科及屬於百合科之菝葜屬 (*Smilax*) 為攀懸植物，熱帶產之鳳梨科 (Bromeliaceae)，中有氣生植物，蘭科 (Orchidaceae) 除氣生植物外，尚有無葉綠素而行寄生生活者。

被子植物，最初出現於中世代之白堊紀，至近古代之第三紀，愈形繁茂，以及於今。在白堊紀，雙子葉及單子葉之二類，皆已出現，雙子葉類中，有白楊屬 (*Populus*)，柳屬 (*Salix*)，馬兜鈴屬 (*Aristolochia*) 月桂樹屬 (*Laiurus*)，楊梅屬 (*Myrica*) 等。單子葉類中，有露兜樹科，棕櫚科等。此等植物，皆為現今植物學者所認為原始的種類者也。

雙子葉類中，屬於後生花被區之植物，幾全不見於白堊紀及第三紀，而單子葉類之蘭科，尚未出現於第三紀，是此等植物所以被認為系統上之幼稚者之原因也。

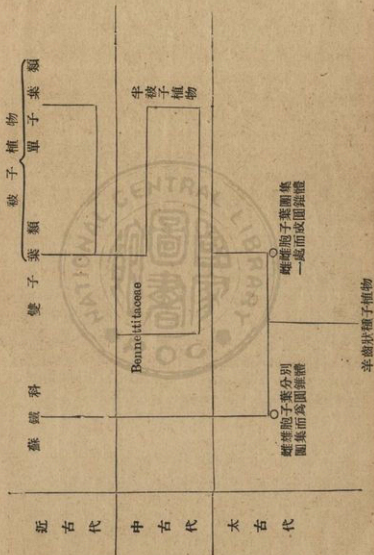
要之，植物學者根據現在之植物研究而所得之結論，頗與古生植物學上之事實相符。

被子植物之系統

被子植物，最初由如何之植物進化而來者乎。此問題尚無明瞭之結論，殊為憾事。關於此點，古來學者所公表之學說，雖屬不少，但以羊齒植物或裸子植物為其祖先者為多。此外最近尚有想像原生被子植物(Protangiospermae)之一羣而欲以此為現時被子植物之祖先者。

以羊齒植物為被子植物之祖之說，根據如次。單子葉類，其狀與水韭科似，雙子葉類，亦略與卷柏科相似，此等植物，最初殆與水韭科及卷柏科同發於一源，亦未可知。現時之被子植物與裸子植物，在種種之點，甚相類似者，因兩者皆由來於羊齒植物之故，並非前者自後者進化而來之故云。⑥

以裸子植物為被子植物之祖先之說中，亦諸說紛紛，尚無一定。例如第一有根據古生植物學上事實之億說。夫 *Bennettitaceae* 之花，略似被子植物之花，為向來世人所唱道之說，但自 *Wieland* 發見其花為兩全花以來，兩者相似之點，益為世人所確認。根據此理，以被子植物為與 *Bennettitaceae* 同發於一源者，即此說也。⑦據 *Arber* 及 *Parkin* 之考說，自羊齒狀種子植物，發生二類之植物，其一雌雄孢子葉，分別聚集為圓錐體，其二，孢子葉團集於一處而成圓錐體。自第一類發生蘇鐵科，自第二類發生 *Bennettitaceae* 及所謂半被子植物，後者發達而成現今之被子植物云。其情可以次表表示之。



被子植物

雙子葉類

雙子葉類

蘇鐵科

Bennettitaceae

半被子植物

雌雄孢子葉團集一處而成圓錐體

雌雄孢子葉分別圓錐體而為圓錐體

羊齒狀種子植物

近古代

中古代

太古代

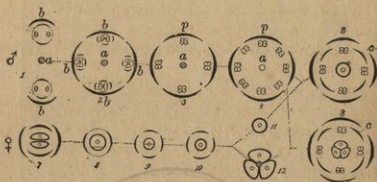
上表中之半被子植物(Hemiangiospermae),有兩全花,其花之狀,略似 Bennettitaceae,但不具種間鱗。雌性孢子葉為開裂之心皮,胚珠在其緣邊。雌性孢子葉,排列作螺旋狀,此點與被子植物中之某某科(毛茛科,木蘭科)近似。此植物應繁茂於中古代,但其化石,尚未發見。

故據此說,被子植物與 Bennettitaceae 同祖,故被子植物之原始者,有與 Bennettitaceae 相似之花被而具有兩全花之植物,有無被花之植物或雌雄異花之植物,在系統史上,殆皆為後出之種類,即可認為在有被花之進化中,花被消滅,或兩全花之雌雄蕊,其一方業已消滅者也。要之具有無被花或雌雄異花之植物,可認為系統史上之幼者,自具有有被花或兩全花之種類進化而成者也。

Bennettitaceae 之種子,無胚乳,其胚為雙子葉的。其莖之中心柱,亦為雙子葉類所常見之真正中心柱,並非單子葉類常見之不整中心柱,故若採用被子植物與 Bennettitaceae 同祖之說,則可歸着於雙子葉類較單子葉類為原始之說矣。(可參看第六五〇頁以下)

Hallier ⑤ 唱之而 Senn ⑥ 和之之說,亦與上說符合。據此說,現存被子植物中,如木蘭科(Magnoliaceae)等,可認為最原始的種類,此等植物,可認為由蘇鐵科等進化而來者也。蓋現時之木蘭科,其花軸甚長,花為圓錐體形,各花內之雄蕊及雌蕊,其數甚多,而且不定,花軸上之排列法,為螺旋式,花大形,頂生而且孤生,種子多胚乳,胚甚微小,又木蘭科中之 *Drimys*, 或通常屬於木蘭科, Engler 為之特設一雲葉科(Trochodendraceae)之山車屬(*Trochodendron*),其維管束無導管,僅有假管等,種種之點,皆與裸子植物相一致。化石裸子植物中,與蘇鐵科有親緣關係之 Bennettitaceae,其種間鱗與被子植物之苞相似。要之被子植物中如木蘭科等植物,先自 Bennettitaceae 或蘇鐵科出發,自此經過一定之順序,於是發生現今之多數被子植物焉。⑦

認被子植物為由裸子植物下降之物者,尚有 Wettstein 之說,⑧ 據此說,前者之一花,可認為後者一花序內數花相合而生之物,第四二一圖,即示其進化之經過。(1)為裸子植物中例如麻黃屬(*Ephedra*) (參考第六〇二頁第三九四圖 2)之雄性花序之圖式,此花序最外方有(bb)之二葉之苞,花各着生於此苞之腋,花由二個之花被與二個之二室雄蕊而成。由如此之花序而生成者,為該圖 2 所示之雄花,在



第四二一圖 示由裸子植物之花序(或花)變成有萼及花冠之被子植物之兩全花之發達經過模式圖(Welstein) (a)花軸 (b)苞 (p)花被 (s)萼片 (c)花瓣

(b)之苞腋之花，由一個之雄蕊與花被而成，各雄蕊乃由圖 1 花中二雄蕊之合着而生者，故為四室。如此之雄花，吾人見之於屬於被子植物之木麻黃屬(*Casuarina*)。此花更進化發達而達圖 3 之階段時，前述之苞，變而為花被(p)，各花向來所有之花被，今皆消滅，而不留痕跡(比較 2 與 8)。繼達圖 4 之階段，元來之雄蕊，分裂而增加其數，至圖 5 時，此雄蕊中之一部，變為花瓣(c)，向來之花被，變而為萼(s)，故今已如通常所見被子植物之花，雄蕊與花瓣，占有互生之位置。如此，由裸子植物之雄性花序，生成最普通之被子植物雄花之形態矣。雌花亦與雄花同，如圖 7 所示，裸子植物之雌性花序(或雌花)內之數個心皮(圖中僅有二個)合着而生成一個子房(同圖 8, 9, 10)，或此等子房，數個相合，成為如圖 12 所示者，生成被子植物之雌花。若一花序中之雄花，僅與其他之雄花相合，雌花僅與雌花相合，則不過如上所述而已，若一花序中，雌雄花兼具，二者偶然相合時，則子房將着生於(a)之花軸(1), (2), (3), (4)之處，遂成如圖(5), (6)所示，子房在中心，雄蕊及花冠與萼排列於其外之兩全花矣。要之，據此

說，單性花為原始的，而兩全花為後生的，其所說正與 Arber 及 Parkin 之說相反。

除上述 Wettstein 說之外，尚有 Karsten ⑥ 之說，以為由如麻黃族者之花序，可變成無花被，雄蕊排列為螺旋狀，有多數之單胚珠之子房之被子植物之花，茲略之。

Engler 對於上述之 Arber 及 Parkin 之說，與 Wettstein 及 Karsten 之說，皆不予同意，另創一新說。據彼之說，⑦ 茲有彼所稱為原生被子植物 (Protangiospermae) 者，此等植物之化石，雖尚未發見，恐必為繁茂於中古代之種類。此類植物，多為草本(故無化石)，花中雌雄孢子葉雜居，無花被，由風媒而授粉，其花之形狀，與現時之胡椒科 (Piperaceae) 三白草科 (Saururaceae) 之花相似。自此植物羣之某種類，發生單子葉類，又自其他之種類，發生雙子葉類。故據此說，雙子葉類非自單子葉類下降而單子葉類亦非自雙子葉類下降，兩者乃平行而發達者云。⑧

如以上所述，關於被子植物之由來，諸說紛紛，尚無歸着之處。諸說皆無確實之證明。其中最後之 Engler 說中，所謂原生被子植物者，僅謂係現時被子植物之祖，與其他之植物羣(例如羊齒植物或裸子植物)之關係，亦未說明，唯漠然謂之繁茂於中古代而已，若問其化石之所在，則曰因為草本故未留痕跡云。要之此說即謂之空想，恐無辨解之辭也。

關於被子植物起原之學說，如以上所述，頗為混沌，故本書著者僅列舉諸說之大要於此，以待後之精確之研究焉。

雙子葉類與單子葉類孰為原始

屬於被子植物之雙子葉及單子葉之二類中，孰先出現於地球上乎？換言之，孰為原始的種類乎？關於此點，學者之議論尚無一定。據古生植物學上之研究，兩類皆始見於白堊紀，故由斯學上之推測，不能斷定其出現之先後。夫二類之主要的差異，如前所述，雖在於花之

構造，胚之子葉數、葉脈之形狀，維管束之排列法等，然此等之形質，皆不足以爲決定此二類孰爲原始之標準。在從來之向上分類式中，置單子葉類於第一位，而置雙子葉類於次位者，主因前者之維管束無形成層，而後者則有之，能行第二期之肥大生長，故在此點，前者較後者爲簡單之故耳。然據古生植物學上之研究，生存於太古代之諸種羊齒植物，其維管束中形成層頗爲發達，實爲事實，加之，裸子植物之維管束，亦有形成層，此人所周知者也。而單子葉類較羊齒植物及裸子植物，尤以較前者爲系統上之幼者，爲明白之事實，維管束之有形成層者，未必爲系統上之幼者，反之，不具形成層者，未必爲系統上之老者。故由形成層之有無，不可斷定單雙兩子葉類出現之前後，蓋甚明矣。

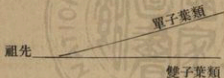
次述之解剖學上之研究，引起此兩類中系統上原始的種類，非單子葉類而爲雙子葉類之觀念。但此僅爲根據解剖學上之一點而下之結論，須獲得此外充分之證明，始能爲確實之決定，是不待多言而明者也。

在成熟之單子葉類，維管束之髓部與木部之間，雖不見形成層，然發芽未久之幼植物莖中，此處具形成層者甚多，此等形成組織，及植物漸次長大時，即行消滅。①又在屬於百合科之攀懸植物 *Gloriosa superba*，不但幼稚植物之地上莖中，有形成組織，即在第二年以後所生之塊莖中，其維管束之木部與髓部之間，終身有明瞭之形成組織。②單子葉類之維管束，雖散在於莖橫切面之全面，然在幼稚之植物，其維管束排列爲環狀，一如雙子葉類，其後漸次長成，始散在於莖中者，不乏其例。③④

如上所述，成熟之單子葉類，其莖之解剖的構造，較之雙子葉類，雖大不相同，然幼稚之時，或具形成層，或其維管束排列成環狀等，與雙子葉類，甚相類似者甚多。由此觀之，單子葉類，自發芽以至於成熟之發育期中，有雙子葉類特徵之現出，此依個體發育爲系統發育之重演之法則考察之，適明示單子葉類，在其自祖先出發之系統發育途中，一度嘗經過雙子葉類之時期，雙子葉類並非自單子葉類降生，卻

以後者由來於前者為合理也。是故綜合上述之事實而觀之，雙子葉類最初自裸子植物下降，遺傳有由形成層而行第二期肥大生長之性質，其後單子葉類由雙子葉植物進化而來，形成組織，始行消滅，亦未可知。至於單子葉類中至今尚有形成層者，殆因其祖先所有之形質尚未絕跡之故也。若以被子植物與 *Bennettitaceae* 同發一源，亦可到達雙子葉類較單子葉類為原始之結，此已述於前矣 (第六四八頁)。

然而此兩類皆發見於白堊紀，形質頗為相似，其間不見有新舊之差異，故此兩類殆可認為同時出現於地球上者，故雖曰單子葉類自雙子葉類下降，然並非雙子葉類先達進化之極點，單子葉類乃自此等最進步之雙子葉類下降之謂，蓋雙子葉類出現於此地球上後，未幾單子葉類即自此化生，其後兩者平行而進化，故後者，由前者之最原始的種類而現時已死滅者進化而成者也，例如次。



論被子植物分類之標準及孰為植物界之最優者

被子植物中，雙子葉及單子葉兩類所含之植物種類，其數甚巨，以此為適當之分類排列，實為古來分類學者苦心之所在。可及的順應進化順序而排列之，雖為其目的，然被子植物中之諸分科，並非由直線的進化而產生之物，其由種種複雜之分枝法而發達者，因不待言，而可為系統進化之第一標準之化石，在此際並無多大之價值，故被子植物分類式中諸分科之順序，決非表示實際此等植物出現於地球上之先後者也。唯考究其構造，形態，根據此等智識，知某分科較其他之某分科在系統上有進步之資格，如此，視諸分科之資格之如何，排列之於適當之位置而已。

當行此排列之際，比較各分科之系統上進步與否之資格時，吾人所根據之標準，Nägeli 及 Engler 言之已詳，今舉其最重要之數條於次。⑤

(一)對於某種一定之生活狀態，特有適應之形態者，較不具者在系統上為進步。例如蘭科植物，對於媒介花粉之昆蟲，有種種適應之形質，係進步的徵候也。

(二)在有多數花之花序中，各花之間，有基因於分業之形態上之差異者，較其他之花為進步。例如在大多數之菊科，花序之中心有管狀花，緣邊有舌狀花者，為進步的徵候也。

(三)單面對稱花較多面對稱花為進步。

(四)下位子房較上位子房為進步。

(五)合瓣、合萼較離瓣、離萼為進步。

(六)萼片、花瓣、雄蕊、雌蕊之輪生者，較排列作螺旋狀者為進步，各花中此等器官數之一定者，較無定者為進步。

(七)異種器官相合着者較不合着者為進步（例如雄蕊與花瓣合着者，其一例也）。

(八)以上雖為分類學者所一致之標準，然關於花被，學者之見解，尚未一致。某學者以無被花為最原始之物，由此發生有被花，在有被花中，最初花被無花冠與萼之別，至後始發生此種差別云。故據此說，有萼與花冠之區別者，為最進步之花，無此區別之有被花次之。反之某學者以有被花為原始的花，此花之花被消滅，始生無被花云。故據此說，無被花較有被花在系統上卻為進步之物也（參看第六四六頁以下）。

決定被子植物諸分科之系統的資格時，以上述之標準及其他為基礎，綜合各分科所有之形質，為詳細之比較研究，始能達此目的。例如當比較二分科之際，甲於前述諸條標準中，有某某之進步之形質，乙關於此點，雖較甲為劣，然在另一標準則優於甲，故此際甲乙所有之形質，在系統上之輕重，有判斷之必要，因之決定兩者之系統的位

下位子房
= 子房上位花

置，決非容易之事也。

被子植物者全植物界中之最優者也。故此植物羣中，若在系統上有最進步最發達之資格之分科，則此分科之為全植物界中之最優者，恰如哺乳動物為全動物界中之最優者，而人類又為哺乳動物中之最優者，故人類可謂全動物界中之最優者然。

在 De Candolle 之向下分類式中，置毛茛科於第一位。●是殆因彼認此科為被子植物中之最優者之故，但依照前述之標準，則此科無一足與進步之條件相當者。例如此科之花，為多面對稱，子房上位，花冠瓣，花之各器官，排列作螺旋狀，其數不定，且與(一)(二)(六)諸條之進步標準，亦不相當。此科在如此種種之點，在系統上皆為劣等，故現今皆置之於分類式之下位，甚至有認為被子植物中之最下等之種類者焉。

Endlicher 置荳族於其分類式之最後。●此族之花為單面對稱，此點雖不失為進步之形質，但此外並無特別進步之點。

菊科在 Eichler ● 及 Engler ● 等之分類式中，被配置於最後，有人認為被子植物中之最優者。蓋在此科，多數之花，密生而為花序，此花序在生態學上與一個之花相當，且各花序中之諸花間，通常皆行分業，一部為管狀花，一部為舌狀花，故此點與前述標準之(二)相當。舌狀花為單面對稱，此與(三)相當。又其子房下位，合瓣，花部輪生，且雄蕊之基底，與花冠合着，故又與(四)，(五)，(六)及(七)之四條相當。故菊科之為進步之種類，不可否定者也。

蘭科有(三)，(四)，(六)諸條所載之進步的形質，雄蕊與雌蕊相合着之點，又與(七)相當。其花為便於昆蟲傳粉之媒介，有特異之裝置，此又與(一)相當。此外雄蕊通常僅有二個，或種子基為微網等點，可認為退化之徵候，故蘭科在種種之點，亦可謂系統上甚有進步的資格者也。

若比較前述之菊科與蘭科，兩者各有系統上進步的形質，其形質兩科不必相等。例如前者無與(一)相當之資格，但與(五)相當，而後

者在此點，恰與前者相反。此際欲決定兩者之優劣，固不可能，蓋兩者可謂在同一進步之程度者也。

由是觀之，此外各分科中，其系統的進步之程度，可與上述諸科比擬者並非無之。蓋如前所論，生物之進化，並非直線的進行之物，乃依種種複雜之分枝法，向種種不同之方向而進行者也。被子植物中之諸類，亦不能例外。各類皆獨立發達，向不同之方向，分別進行，各族各類，遂各生其中最進步之分科，例如某類發生菊科，某類發生蘭科是也。要之被子植物諸類之進化，多樣多端，故此羣植物中如菊科蘭科等者，乃向不同之方向分別進化之各類中最進步之分科，今比較此分別進化之分科而欲斷定其優劣，殆為不可能之事，故全植物界中，如何之分科為最優者，吾人未能知焉。

●關於被子植物全般之形態，其主要之文獻如次。Coulter, J.M. & Chamberlain, O. J.: *Morphology of Angiosperms*. Chicago 1903.—Engler, A.: *Angiospermae*. (Engler, *Nat. Pflanzenfam.* 2. Aufl. 14a, 1926).—Goebel, K.: *Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane*. (Schenk, *Handb. d. Bot.* 3, 1881); *Organographie der Pflanzen*. 2. Aufl. 3. Teil, 3 Heft, 1923.—Velenovsky, J.: *Vergleichende Morphologie der Pflanzen*. Prag 1905-13.

●關於被子植物之解剖，主要之文獻如次。De Bary, A.: *Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne*. Leipzig 1877. 又可參考第 147 頁註①諸論文

●De Candolle, A.P.: *Théorie élémentaire de la botanique*. Paris 1813; 2ème éd. Paris 1844.—Nägeli, C.v.: *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*. München u. Leipzig 1884.

●Čelakovský, L.: *Ueber den phylogenetischen Entwicklungsgang der Blüte und den Ursprung der Blumenkrone*. (Ber. d. K. Böhm. Ges. Wiss. 1896).

●Worsdell, W.C.: *The origin of the "flower"*. (Sc. Progress 1907).

●Velenovsky, J.: *Vergleichende Morphologie der Pflanzen*. III. Teil.

1910.



④關於花之發育，可參考次書 Payer, J.B.: *Traité d'organogénie de la fleur*. Paris 1857.

⑤關於花式圖，可參考次書 Eichler, A.W.: *Blütendiagramme 1-2* Leipzig 1875-78.

⑥關於被子植物之花粉及胚囊之發育、授精、胚乳之生成、胚之發育等研究論文，其數甚多，不遑枚舉。次之書中，此等論文，幾網羅無遺，且各科之研究結果，均擇要記述。Schürhoff, P.N.: *Die Zytologie der Blütenpflanzen*. Stuttgart 1926.—Schenari, K.: *Embryologie der Angiospermen*. (Handb. d. Pflanzenanatomie. Bd. X/2, Berlin 1927-29).

⑦Shoemaker, D.N.: On the development of *Hamamelis virginiana*. (Bot. Gaz. 39, 1904).

⑧Treub, M.: Sur les Casuarinées et leur place dans le système naturel. (Ann. Jard. bot. Buitenzorg 10, 1891).

⑨Nawaschin, S.: Zur Embryobildung der Birke. (Bull. Acad. imp. Sc. St Pétersbourg. Ser. III, 35, 1893); Ueber den Befruchtung-akt bei der Erle. (Sitzb. Bot. Sekt. Naturf. Ges. St. Pétersbourg 1893); Ueber die gemeine Birke und die Morphologische Bedeutung der Chalazogamie. (Mém. de l'Acad. imp. d. Sc. de St. Pétersbourg 42, 1894); Neue Ergebnisse über die Embryologie der Hasel. (Bot. Centralb. 63, 1895); Ueber die Befruchtung bei *Juglans regia* und *Juglans nigra*. (Travaux de la Soc. imp. des Natural. de St. Pétersbourg 28, 1897).—Billings, F. H.: Chalazogamy in *Carya oliviformis*. (Bot. Gaz. 35, 1903).

⑩Nawaschin, S.: Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme. (Bull. de l'Acad. imp. d. Sc. de St. Pétersbourg 10, 1899).

⑪Zinger N.: Beiträge zur Kenntnis der weiblichen Blüten und Infloreszenzen bei Cannabineen. (Flora 85, 1898).—Longo, B.: La mesogamia nella communa *Fuoca* (*Cucurbita Pepo* L.). (Rend. d. R. Acc. d. Lincei 10, 1901).—Murbeck, Sv.: Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei *Alchimilla arvensis* (L.) Scop. und das Wesen der Chalazogamie. (Lunds Univ. Årskr. 38, 1901).

⑫在次之書中，網羅一切被子植物既知之單為生殖之例。Winkler, H.: *Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche*. Jena 1908.

⑬Coulter, J.M. and Chamberlain, C.J.: *Morphology of Angiosperms*.

3. ed. Chicago 1903.

⑤Arber, E.A.N. & Parkin, J.: On the origin of Angiosperms. (Jour. Linn. Soc. London. Bot. 38, 1907).

⑥Hallier, H.: Beiträge zur Morphologie der Sporophylle und des Trophophylls in Beziehung zur Phylogenie der Kormophyten. (Jahrb. Hamburg. wiss. Anst. 19, 1902).

⑦Senn, G.: Die Grundlagen des Hallierschen Angiospermensystems. (Beih. Z. Bot. Centralb. 17, 1904).

⑧與 Hallier 之說相近而後出者，尙有 Hutchinson 之說。Hutchinson, J.: Contributions towards the phylogenetic classification of flowering plants. (Kew Bull. 1923). I. The families of flowering plants. I. Dicotyledons. London 1926.

⑨Wettstein, R.: Handbuch der systematischen Botanik 3. Aufl. 1924.

⑩Karsten G.: Zur Phylogenie der Angiospermen. (Zeit. f. Bot. 10, 1918).

⑪Engler, A. Angiospermae. (Engler, Nat. Pflanzenfam. 2. Aufl. 14a, 1926).

⑫Anderssohn, S.: Ueber die Entwicklung der primären Gefäßbündelstränge der Monokotylen. (Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl. 12, 1889).

⑬Quéva, C.: Contributions a l'anatomie des Monocotylédonées I. Les Uvulariées tébéreuses. 1899.

⑭Jeffrey, E.C.: The morphology of the central cylinder in the Angiosperms. (Trans. Canad. Inst. 6, 1900).—Chrysler, M.A.: The development of the central cylinder of Araceae. (Bot. Gaz. 38, 1904).

⑮又可參考 Arber, A.: On the occurrence of intrafascicular cambium in Monocotyledons. (Ann. Bot. 31, 1917); Further notes on intrafascicular cambium in Monocotyledons. (Ibid. 32, 1918). 及此文中所引用之文獻。

⑯再參考次之文獻: Sargent, E.A.: Theory of the origin of Monocotyledons, founded on the structure of their seedlings. (Ann. Bot. 17, 1903).—Fritsch, K.: Die Stellung der Monokotylen im Pflanzensystem. (Engler, Bot. Jahrb. 34, 1905).

⑰Nägeli, C.v.: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig.—Engler, A.: Die natürl. Pflanzenfam. 2,

Aufl. 14a, Leipzig 1926.

●De Candolle, A.P.: *Théorie élémentaire de la Botanique*. Paris 1819, 1844.

●Endlicher, St.: *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*. Wien 1836-40. 在此式中，將現今豈科中之認為亞科者數個，各使成獨立之科，而總括之為豈族 (Leguminosae)。此豈族即與現今之豈科相當。

●Eichler, A.W.: *Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik*. 5, Aufl. Berlin 1890.

●Engler, A. u. Gilg, E.: *Syllabus der Pflanzenfamilien*. 9-10. Aufl. Berlin 1924.



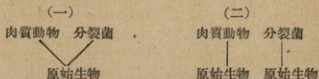
植物界大羣之系統

植物界各大羣之系統，已於各羣之末部論述之矣。今各羣之記述，既已終了，不避重複，更綜合之以論植物界大羣相互之關係，而略述其系統焉。各羣中諸類之關係等，既論述於各羣之末部，茲不贅。

生物最初出現於地球上時，究由如何之方法，此雖尙未能斷言，然除認爲由非生物偶發而生外，無他法也(第二頁)。或以爲地球上之生物，並不發生於此地球上，殆自其他世界移轉而來，於此蕃殖而茁者云。其說或有當，亦未可知，然此等生物，最初在另一世界，亦必由非生物偶發而生，要之，無論原始生物在此地球上發生，或在另一世界出現，其當初必由來於非生物也。

此等原始生物，其構造至爲簡單，與一塊之蛋白質，相去不遠，經長年月日，其體制漸進，殆自此發生現時之分裂菌及近於變形蟲之肉質動物。

茲有一疑問焉。分裂菌與肉質動物，是否自同一原始生物而生是也。換言之，最初自非生物發生一種之原始生物，而分裂菌與肉質動物，皆由此而生，抑同時偶然發生數種之原始生物，自其中某種發生分裂菌，自其他之某種，發生肉質動物乎？再換言之，分裂菌與肉質動物之祖先，同一乎(表一)否乎(表二)。



依第一說，所有現今之生物，皆由來於一個之祖先，此說曰單系說。從第二說，則生物之祖先，不必限於一個，是說曰多系說。此二說中，孰爲得當，現時之學術尙未能決，其決定有待於後來周到之研究也。

由原始生物生成分裂菌與肉質動物，此等原始的分裂菌，出生以後，並無顯著之進步，僅不過產生種種之分裂菌及分裂藻而已。反之，血質動物，演成顯著之變遷，不但生成種種之肉質動物且為大部分現今植物及動物之根源焉。

肉質動物中，變形蟲單由原形質而成，體軟弱，無一定之形狀，雖有自動之力，然行動遲鈍，並無特司運動之器官，僅由偽足而移動。

由肉質動物發生之第一生物羣，厥為黏液菌及鞭毛蟲。黏液菌在某發育時期（即黏液變形蟲）其狀完全與普通之變形蟲同，僅見此時期之個體，其果屬於黏液菌，抑屬於肉質動物，極難判別。黏液菌之發源於肉質動物，即由此已明。黏液菌自初發生以來，似未受多大之變化，以至於今日。反之，鞭毛蟲發源於肉質動物，雖與黏液菌同，然其出生以後，似遭逢種種之變化者然。據一般學者之說，現今之動植物，大半直接間接，皆由此生物羣下降而生者云。

鞭毛蟲由肉質動物發生，最初尙未完全脫去其祖先之變形蟲之形質，體甚軟弱，無一定之形狀，行變形蟲狀之運動。然另生纖毛，以司運動，其體制可謂略優於變形蟲（第一六八頁）。其原始的種類，雖行變形蟲狀運動，然其高等者，體有周皮，體形一定，且其體制上可認為一大進步者，即某某之鞭毛蟲，有葉綠素之生成是也。在有色鞭毛蟲之生成以前，鞭毛蟲之營養法，非吸收已死之有機物，即吸食生物（所謂動物性營養法，第一六二頁），及此種之鞭毛蟲發生後，由葉綠及光線之作用而行之炭同化作用，已啓其端，於是發生所謂植物性營養法矣（由分裂菌之祖先發生分裂藻時，亦經過此同樣之變遷）。

鞭毛蟲實為現時大半動植物之祖先，已如前述。其中在植物界，似先由此生成接合植物及綠藻之二羣。其進化之方法，除一二之外，大抵先消滅營養細胞之纖毛，因之此等細胞，失去自動之力，同時周圍發生鞏固之細胞膜，以保護自身。此等細胞或孤生或形成絲狀或平板狀之體。故如此之植物，在營養的狀態時，雖無運動力，然至成熟而生殖細胞時，多一時恢復祖先之狀態，生成有纖毛之運動配偶子或

非配偶子。

褐藻亦由鞭毛蟲進化而生者，紅藻恐亦如此。此等諸羣自初發之時以至現在進化極繁，發生種種之種類，尤以褐藻等構造複雜，較其祖先，體制之進步，至為明顯。蓋自其初發之時，以至現在，已經長久之歲月，其間遭遇顯著之變化，明矣。

接合植物及褐藻，皆經過長久之歲月，生成種種之種類，但未發生另一羣之植物。反之，綠藻與紅藻，不但生成多數屬於自羣之植物，而且發生別羣之植物，其中自綠藻似發生種種之植物。

要之，生物無論動物與植物，當初皆為水中之生活，至後始移至陸上，因此發生對於陸上環境之適應，於是發生陸上生物，此至明之事也。現時生存之動植物中，凡原始的種類，皆為水中生活，此即其明證。例如在植物界，上述之自分裂植物以下，以至紅藻為止，皆生育於水中或生存於有濕氣之處者是也。

蘚苔在如何環境之下，始自綠藻化生，且綠藻中之如何種類，為其祖先，此已詳於前，茲不復贅（第四二五頁）。羊齒植物，正如某學者所主張，並非直接由蘚苔而來之物，恐與之同發於一源，不過向不同之方面而進化，此亦已論述於前矣（第五二三頁以下）。

蘚苔及羊齒植物之發育史上，最應特記者即其有有性、無性兩世代之相異的交替之一種現象是也。而此特異之現象，因此等植物羣之祖先，自水中移居於陸上而引起者，至為明顯（參照四毅五頁以下）。蓋此等植物，實為地球上最初出現之陸生植物也。

關於蘚苔及羊齒植物之世代交替，其最顯著之事實，厥為此兩羣之有性無性兩世代之發育之比較的狀態是也。在蘚苔植物，有性世代（配偶體）之發育，較為盛旺，無性世代（孢子體），僅不過為寄生於有性世代之微小之植物體而已。反之，在羊齒植物，無性世代，頗為發達，有性世代之發育，較為微弱。蘚苔羣之下等者，孢子體之形態，極為簡單，僅不過為一個之孢子囊而已（銀杏蘚科），即其高等者，亦不過為有柄之孢子囊，無葉無根，絕不行獨立之生活。但其配偶體，即在

最下等者司生理上根之功能之器及葉之代用器官皆備，至一定之時期，發生雌雄器官，雖極微小，儼然為一個獨立之植物，普通吾人所稱為蘚苔者，實其有性世代也。反之，在羊齒植物，無性世代，當初發生之際，雖寄生於有性世代，吸收其養料，一如蘚苔植物，然末幾即發生莖、葉、根之諸器官，自有性世代分離而行獨立之生活，雖往往為纖小之植物，然有時亦有為喬木狀者。吾人通常所謂羊齒者，非其有性世代，實其無性世代也。

現今吾人所見之羊齒植物(無性世代)，通常多為草本狀者，熱帶地方，雖間有喬木狀之羊齒，然太古代之羊齒植物，大抵皆甚偉大。例如化石木賊科、鱗木科、封印木科等皆莖幹極高大之植物，有形成層，年年能為肥大生長，至為明顯。然而物換星移，此等偉大之植物，漸行絕滅，小囊羊齒族，代之繁茂，遂呈今日之狀態焉。

羊齒植物之有性世代，為極微小之植物，原葉體是也。無性世代之發達，漸次盛旺，有性世代，隨之漸次萎縮退化，在異子羊齒植物，退化達其極點，孢子終身不出於孢子囊外，在其中發芽，有性世代，幾乎僅由雌雄生殖器官而成，猶如無性世代之一器官然。

總之上述之世代交替，實因植物由水而陸所引起之現象，有性世代，適應水中之生活，無性世代，為具有適應陸上生活之體制者，是故植物愈行變遷進化，更適應於陸上生活時，有性世代，應更退化，此不難推測者也。試研究植物進化之狀，其實如此，即在裸子植物，配偶體萎縮退化，終身潛匿於孢子體之內，如一器官之狀，而在被子植物，此種退化，達於極點，有性無性之世代交替，至此遂絕跡矣。

大孢子着生於囊內而發芽，囊之膜壁，稍見鞏固，其外部所有之包膜，與之合着，以保護其內容，形成一個特殊之器官，是曰胚珠。其後雌性細胞與之合着，完成授精，卵球因此變為卵子，發育成胚，此等包膜，經若干之變化，愈形鞏固，由是而生成之器官，名曰種子。種子為主見於裸子及被子植物之器官，蓋不外於異子羊齒植物之大孢子囊及包膜進化發達而成者也。

種子植物之大孢子，如此在囊內發芽，在其中生成在形態學上與雌性原葉體相當之體，雖發生藏卵器等，但依然在內而不外出，加之種子植物多生育於陸上，故其授精之方法，不得不發生一大變化。蓋蘚苔及羊齒植物，雖大抵皆生育於陸上，然大多產於潮濕之處，且其原葉體不若種子植物之深藏於內，精蟲與之相會，比較容易。在種子植物，則決不能如此。於是乎小孢子假風或昆蟲之助，以接近胚珠或子房，生成花粉管之一種特異之器官，此器官之先端伸入雌性器官，雄性細胞，經此管始得與雌性細胞相合。

裸子植物由羊齒類化生，現今之學術上已無疑問，被子植物，恐由來於裸子植物，如 *Bennettitaceae* 等，殆與之同祖，亦未可知。

被子植物，若由古生植物學上攻究之，為最初發生於中古代之物，現今似已達發達之極點矣。蓋當被子植物始出現於此地球上時，羊齒及裸子之兩植物羣，頗為跋扈，然經過長久之時日，其勢漸衰，其數漸減；反之，被子植物，其數益見增加，且其形態亦益見進步，遂達現今所見之狀焉。

如以上所述，蘚苔、羊齒、裸子、被子之四羣植物，在種種之點，頗相一致，若加以比較而檢其異同，其系統進化之狀態，頗為明瞭，其中如世代交替之狀況，配偶體之形態，及其上所生雌雄器之形態亦然。而明白認識此異同，實出於較近植物系統學之賜，而此現象之闡明，為學者所最應努力者也，今舉此異同一覽表於左。

此一覽表中，在被子植物，以自大小孢子起至胚止為配偶體，自胚起至大小孢子止為孢子體，此非表示此植物羣有世代交替之現象者也，不過表示在系統上甲由來於羊齒植物等之配偶體，乙由來於其孢子體，即形態學上所謂同源者而已。

古之植物家，大別全植物界為隱花顯花之兩類，以為其間有顯著之差異。然自 Hofmeister 之研究以來，其間之境界，漸次取消，其後之研究，更明示其間無明瞭之境界矣。今舉其一二例於次，以示其理。

(一) 隱花植物無花，顯花植物則有花，然關於隱花植物之木賊類及石松類，有明顯之

花。

(二)顯花植物之雄精細胞，有運動力，顯花植物之雄精細胞則無之，此久為世人所信仰之事，但屬於所謂顯花植物之銀杏科蘇鐵科，亦有精蟲。

(三)在隱花植物，大孢子囊落下之後，其中發生授精，在顯花植物，孢子在未落下之前，已行授精，此為遲則。然松柏族之大孢子囊有在落下之前，即已授精(第五一二頁)。反之在銀杏科及蘇鐵科，胚珠有在落下之後，始行授精者。

(四)隱花植物無種子，種子僅存在於顯花植物，此久為人所信者也，然屬於石松類之 *Lepidocarpon* 及 *Maadesmia* 等太古代之植物，發生有狹細珠孔之胚珠，其後此胚珠自母體落下(第五一五頁)。由是觀之，種子決非顯花植物一名種子植物者所持有之物也。

如以上所述，比較有性無性兩世代之進化之狀況，參酌其他種種之事情而考察之，所謂種子植物者，由羊齒植物，就中由羊齒類而來，蓋無可懷疑。故自綠藻先生蘚苔及羊齒植物，自羊齒植物發生種子植物，事至顯明，綠藻實可謂現時地球上極盛之種子植物之間接之祖也。

植物系統圖，若可譬為分枝極盛之樹木，則自鞭毛蟲發生之褐藻，及接合植物，猶如側枝。茲有自綠藻及紅藻發生之側枝焉，即通常學者合稱曰真菌之一羣無葉綠之植物是也。此類在地球上，其種類繁多，現今繁殖之盛，不讓於被子植物。且所謂真菌者，並非單系之物，一部分發源於綠藻(藻菌)一部分(囊子菌及擔子菌)發源於紅藻，已如前述。

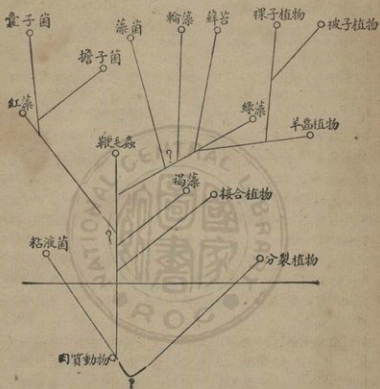
此外如輪藻者，或為綠藻之一側枝，亦未可知，唯未能斷言耳。

要之，植物界可大別為三大系，第一為分裂植物，第二為黏液菌。此等植物，自發生以後，無多變化，以至於現在，獨第三之鞭毛蟲，經過種種之變遷進化，現今所見之植物，大半直接間接，由此發生。

根據以上所論，繪成植物羣之系統圖，可如次頁所示者。

總之，以上所述者，不過主根據諸植物之習性、形態、發育生殖等而建設之推論而已，故關於此點，學者之意見，區區不定，其所懷抱，各有差異，殆為當然，毫不足怪。即本書著者之意見，應學術之進步，亦不免有若干之變動。且此書中所述，僅不過指點植物進化大路徑之一斑而已，自然進化方法，其詳細決不若是之簡單，必極糾紛錯雜，非

吾人容易所可端倪，是則無待多言者也。



出版者贈

對



中華民國三十六年八月初版

Ⓢ(54228.5)

中華學藝社自然科學叢書第二種 植物系統學二冊

每部定價國幣貳拾元

印刷地點外另加運費

* 版 權 所 有 *
* 翻 印 必 究 *

| | |
|-------|--------|
| 發行人 | 池野成一郎 |
| 原 著 者 | 羅 宗 洛 |
| 譯 述 者 | 朱 經 農 |
| 發 行 所 | 上海河南中路 |
| 印 刷 所 | 商務印書館 |
| 發 行 所 | 商務印書館 |

商

國立中央圖書館



0026691