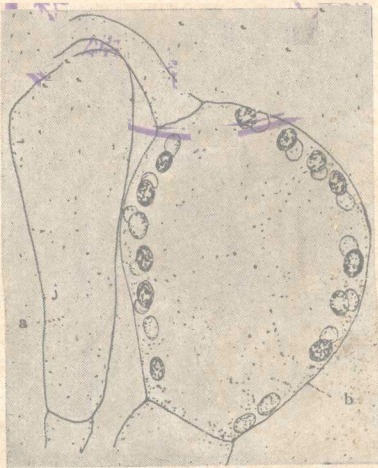


自然科學小叢書

植物之生殖

原田正人 著
高 銛 譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行



自然科學小叢書

植 物 之 生 殖

原田正人著
高 鈺 譯

王雲五 周昌壽 主編

商 務 印 書 館 發 行

中華民國二十五年二月初版

(54238)

自然科學
小叢書
植物之生殖一冊

每冊定價國幣壹角伍分

外埠酌加運費匯費

* 版 翻 *
* 權 印 *
* 所 必 *
* 有 究 *

發 行 所	印 刷 所	發 行 人	主 編 者	譯 述 者	原 著 者	外 埠 酌 加 運 費 匯 費	原 田 正 人
商 務 印 書 館	上 海 及 各 埠 商 務 印 書 館	上 海 河 南 路 五	王 昌 壽	高 雲 五	高 雲 五		

嚴

目錄

一 概說	一
二 世代交替	一六
三 性	二九
四 單性生殖	四五

植物之生殖

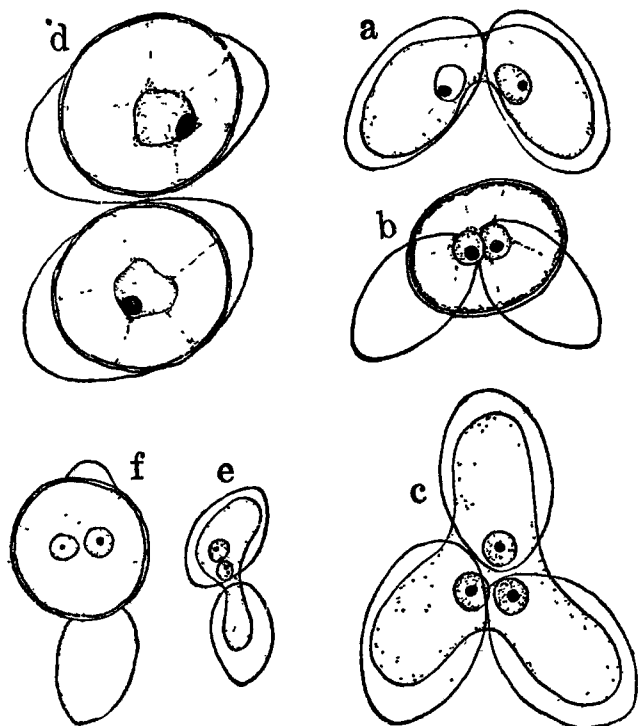
一 概說

一切植物皆營生殖，正與動物相同，決無植物不營生殖者。蓋生物之壽命，皆有其限極，生物而不能營生殖，壽命及身而止，無以延長。地球之上，種屬且絕，莫克以連綿永續矣。

由是可知，所謂生殖者，乃自作成其後繼者之謂。個體之數是否與以並增？則非所問，而亦非必具之條件。自此點立言，生殖 (reproduction) 與繁殖 (propagation) 乃非同義。然在普通狀況下，生殖與繁殖，多同時進行。故此二語，因相混同。徵諸事實，生物界上因生殖而反減其個體之數者有之矣。試以硅藻爲例，一察其生殖方法。硅藻之生殖，通常皆由分裂，至一定期間，分裂所成之二個體，互相着合，成一增大之孢子 (auxospore)。由此發育，得一更大之個體。第一圖 a、b 所示者，卽此硅

藻之一種 *Cocconeis placentula* var. *kinoraphis*。其增大孢子之形成即由上述之着合方法而來。硅藻之外部有矽酸質之硬膜，故增大孢子之形成上，第一步，原形質必脫出此硬膜，成爲無被裸形，始能着合而爲合體。自此增大孢子，發芽時，則得更大之個體。此時，增大孢子之外膜因而破壞，再生新膜。所示者更爲例外情形。蓋三個個體相接合以形成一個之增大孢子。在此狀況，生殖與繁殖，乃顯然有判矣。蓋因生殖，個體之數反減爲三分之一也。

單細胞生物營生殖時，固有之個體隨而同時消失，唯餘其所生成之子體。多細胞生物，則異於此，通常子體生成以後，母體尙能生存，繼續至一定時期。換言之，母體並不全部消失，只母體之一部分脫離母體以構成新子體而已。自母體脫離之部分，有時爲多細胞，有時爲單細胞。此種單細胞，更附以特名，稱之曰生殖細胞 (germ cell)。生殖細胞有二大別：一爲孢子 (spores)，一爲接合子 (gametes)。孢子能單獨發生以成一個之完全個體。接合子則不然，非與其他細胞相合成爲合體，決不能發育成爲個體。單獨的發育，雖有時而現，實屬例外。所謂單性生殖 (parthenogenesis) 者，即此接合子之單獨發育而爲個體耳。在第一圖，d 之所示者增大孢子之形成，見於 *Cocconeis pla-*



第一圖 *Cocconeis placentula* 之增大孢子之形成：
 a, b 爲 var. *klinoraphis*； c 與前同，特其增大孢子，乃由三
 個個體之接合而形成； d 爲 var. *lineata*，二個個體各由
 單性生殖以生成增大孢子； e, f 爲 var. *pseudolieneata*，
 在二個個體上，已得雌雄之別。

Centula var. *lineata*。最初兩個體近接，形成增大孢子。外觀上固與通常方法無異，然在其內部不生成合體；自各個體各形成一增大孢子，故與普通方法不同，可視為單性生殖之一例。

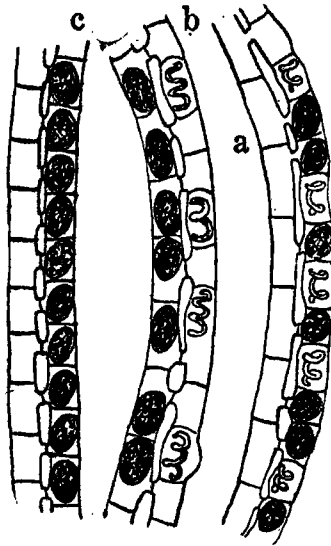
試更檢此接合子之接合狀況。在此兩接合子之間，形態或其行動上，了無區別者有之，具判然之區別者亦有之。第一圖 e、f 表示 *Cocconeis placentula* var. *pseudolineata* 之增大孢子形成之順序。當其合體之際，一方個體之原形質存留體內，一如其舊；他一方其原形質脫出皮膜之外，而流向他一個體。由此可知，接合子有二不同者在：一為主動的；一為受動的。此主動者，是曰雄性接合子；受動者，是曰雌性接合子。

此種雌雄接合子，有時不特在行動上有差異存在，即在其形態上亦生顯着之區別。根據此項區別，稱雌性接合子曰卵(egg)，稱雄性接合子曰精蟲(sperm)。卵與精合，稱曰授精(fertilization)。在形態上無雌雄之別時，稱接合子之相合，曰接合(conjugation)。

由植物種類之不同，雌雄兩種接合子，有生於同一之個體者，有生於各個之個體者，前者曰雌雄同株(monocious)，後者曰雌雄異株(dioecious)。雌株與雄株，有具外觀上之不同者，有毫無

區別可求者。如水棉之一種 *Spirogyra porticalis*，在接合之二個體間，形態上雖無差異可求，在其行動上則顯有區別。一方可確認其爲雄，一方可確認其爲雌。由此行動之差異，可知其爲雌雄異株。然如欲自其形態言，則無差異可見。其他一種類則有形態上之差異，可以察得。在此可察得者中，有雌之細胞長於雄者，亦有雄之細胞長於雌者。此時在其接合之際，雌雄之體，全體雖同長，存於其內之細胞數則不同。互相接合，自生過與不足。其不能得接合之配偶者，乃出於個體之外矣。然而在水棉中，即屬同一種類，雌雄有各具同長之細胞者，有時長短雖不一，雄長於雌，或雌長於雄，互相夾在混合而生成者。如第二圖所示，蓋水棉之雌雄區別本非素質的，具強固之基，由蘇打（Ozunda）氏（千九百二十四年）之研究，已確證其然。氏取其一種曰 *Spirogyra Weberi Kütztz* 者，加以下述之觀察。 *Spirogyra Weberi Kütztz* 固爲一般學者所認爲雌雄異株者也。搜其二個體之正在接近而接合者，將其兩個體之端，尙未起接合之部分切離之，分別培養，所得當爲純粹之雌或雄，自身似不能起接合現象。實際則不然，竟起接合。由此可知雄得以轉爲雌，雌得以轉爲雄矣。更有一言以附述於此者，在此水棉之某一種類，同一之個體，有時亦或雌或雄。即對於甲個體爲雌，對於

他一個體乙作用則為雄。故在水棉雌雄兩性雖不可求其差別於形態上，一觀其接合子之行動，則何者為雄，何者為雌，可得而判。特其接合子之行動，果為均等，則雌雄不得而決矣。雖不得決，性固不同，今假定一方稱之曰(+)，則他方當稱之曰(-)(+)之個體既與(-)之個體無形態的區別，故其個體之為(+)為(-)，非使其起實際之接合，不可得而知也。海產之綠藻類，如石莖乾苔、念珠藻等，皆為最普通者。在其生殖時期，即生出多數之接合子，具有二鞭毛，由哈脫曼(Ha. Timann)氏(千九百二十九



第二圖 *Spirogyra porticalis* 之接合：

a 雌細胞短於雄者； b 雄細胞短於雌者； c 雌雄細胞同長者。

年)之最近研究，將此生出接合子之個體，搜集多數而檢其性別，可知其分為(+)(-)二羣。且知其不屬同株者，亦不盡皆接合。必須其株異性，始能接合。今假設十個個體之內，(+)與(-)各居其

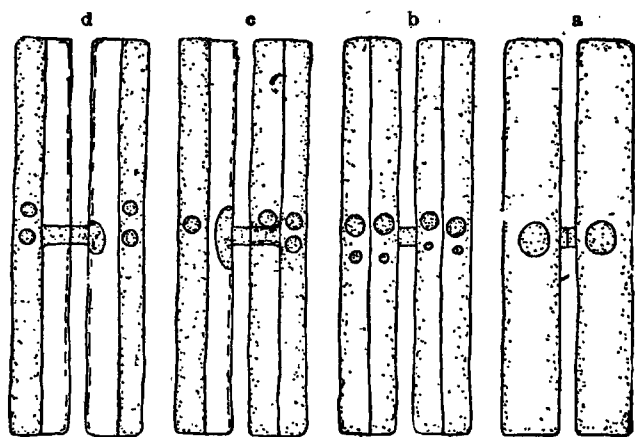
半，接合之結果，如第一表所列。表中+表示能起接合。-表示不起接合。1 2 …… 10 表示個體之號。可知能起接合之二接合子，在形態上雖無差異可求，但決非出於同一個體，自不待論。更進而觀之，即其出於相異之個體，非其性互異者，亦決不起接合也。所謂性異，亦不在形態上之區別。在以前，接合子之出於同一個體者，其間不能起接合，雖爲人所知，但不起於任意二個體間，非二個體爲異性者不可，則爲前此所未之知。實係最近之發見。此種發見，實爲最近之一大進步。

一個體所生之接合子僅屬一種者，其接合須有待於他個體，自不必言。同一之個體，縱能生出雌雄兩種之接合子，仍必須他個體者，亦有之。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
2	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
3	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
4	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
5	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
7	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
8	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
9	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
10	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-

第一表

如前述之 *Cocconeis*，在兩個個體間，只生出一個增大孢子。而在硅藻，其中有各個體內生二接合子者，因此所生之增大孢子，亦為二個。由其種類，接合子已具雌雄之別者，亦有之。第三圖所示者，即其一例。當接合之際，兩個體間最初生一原形質之連環，繼則各起二次之核分裂，因此而得四核，二大二小，各個體即分裂為二細胞，各具大核一小核。此二細胞，一為雄性，一為雌性。及其接合，雌性之細胞存留體內，不起行動，雄性則流向他個體。第四圖所示者，亦與此相同。特兩接合子之大小不同，雄者小於雌者耳。其接合與原生動物中之草履蟲之接合相似（可羅紀 (Cholnoky) 氏千九百二十八年）。



第三圖 *Nitzschia placenta* 之接合。

說明見文中（該脫勒 (Geitler) 氏千九百二十八年）

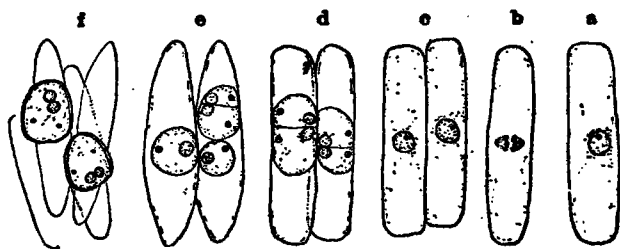
被子植物之雌蕊與雄蕊，通常皆生於同一花內，得行自花授精，故其接合乃非困難，特其中頗多有待於他株所來之花粉者。是種植物，乃不能自花授精而結實。以前以爲此種接合所必要者，僅他株而已。果有他株，無論其爲如何之株，皆得接合。逮於較近，由研究所得，漸知有種植物之結實，實有待於他株所來之花粉。而所謂他株，並非任意之他株，非適當之他株，亦不能結實。對於此方面以最初之研究而著名者，實爲可能斯 (Correns) 氏 (一千九百十三年)。其後更有易斯脫 (East) 氏及勒曼 (Lehmann) 氏等之研究，公表於世。今取可能斯氏之研究，即對於十字花科碎米薺屬之一種 *Cardamine pratensis*，以爲代表，說明於此。此種屬即爲上述非得花粉於他株不能結實之植物之一。今選定其二株，使其接合而生種子，取此種子加以培植，則更得多數之子體植物，使其與原生之父母二株行花粉之交配，以觀其能否結實。試驗結果，竟得一極有趣之發見，即自此子體植物可分爲四種。今試稱之曰 A B C D。屬於 A 者，與父母二株之任一株之間，皆得結實；屬於 B C 者，只與父母二株之一得結實；屬於 D 者，與父母兩株之任一株，皆不得結實。此四種子體之數，大略相同。

由接合子（含卵及精蟲而言）以生殖者，謂之爲有性生殖（sexual reproduction），其不然者，稱之爲無性生殖（asexual reproduction）。僅言生殖，則無性生殖亦在其中，自不待贅。生物之中，不演有性生殖者，現亦有之。裂殖菌即其一例。裂殖菌之生殖，只其菌體分而爲二而已，毫不演有性生殖。然其生殖決不因此而稍有障害，不僅無障害而已，且其繁殖極盛，有時竟使吾人無法以阻其兇炎。由是可知，生殖固不必俟於性。於是在生殖以外，有性生殖果具何種意義？乃爲問題矣。對此問題，解決非易，今日猶無定說可舉。在有性生殖，具相異遺傳質之二接合子，形成合體而作成新個體，自不待言。然謂有性生殖，恆具如是之結果，則又不盡然。在雌雄同株者，同一個體內所生成之結合子，合體而成個體時，固然如此，即在單細胞生物中，例如矽藻，一個之個體，常由通常方法，二裂爲二個體，在此二個體間行有性生殖而形成增大孢子者。此種有性生殖，恆稱之曰幼體接合（paedogamy），矽藻之一種 *Anomooneis sculpta*，即其例也（第四圖）。

關於植物須在何種狀況下，始起有性生殖，曾有種種之研究，發表於世。然欲自此等研究，求得一共通原則，以範及一切植物，似又不可得。蓋其狀況乃隨植物之種類而大異也。今試舉可羅紀氏

就 *Anomoeoneis sculpta* 所作之研究，述之於此，以示其在若何狀況下，始營有性生殖，而產生增大孢子。硅藻本生於含鹽分甚高之湖中，抵抗力極強。取此湖水，沖以淡水，藻在其中亦不死滅。今取湖水混入六〇%之淡水後，將藻移入，藻即產生增大孢子。可羅紀氏在種種不同之時期，反覆實驗，恆得此結果。故其結果當甚確。

生物欲在地球上使其種族連綿，永不絕滅，必作成多數之子孫。所取之道，不論為其為無性生殖或有性生殖，皆如是也。如其子體之發育達再行生殖以前，所受危害之機遇愈多，則其所須子體之數亦愈多。愈進於高等之生物，所以周護其子體使其成一完全個體之計畫愈進步，所生子體之數，因愈漸減。下等生物之子體，其數乃



第四圖 *Anomoeoneis sculpta* 之接合：

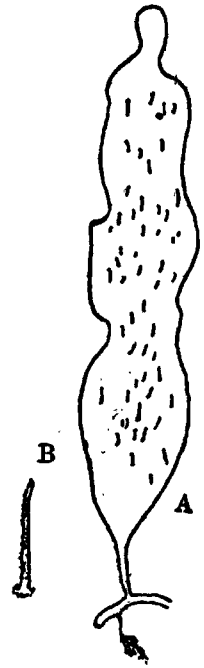
a—c 為個體之二分為二個體； d 各個體內生成二接合子；
e 左方個體之雄性接合子已移出於個體； f 接合終了後，所生成之二增大孢子。（可羅紀氏千九百二十八年）

莫大。單細胞生物及下等之藻類菌類，各細胞皆兼爲生殖細胞，故生殖能繁，而得多數之子體。對於維持種族，因以安全。遠乎高等生物，則細胞已行分工，通常可別而爲二：一司營養，爲營養細胞；一司生殖，爲生殖細胞。一方多作成生殖細胞，則營養細胞必因而減少。然有異例，頗饒趣者，卽海產之綠藻類之一種 *Caulerpa*。此物在外觀上，頗甚完全，具根、莖、葉之部分，一見恰如高等植物，然一檢其內部之構造，則實簡單，身體雖非甚小，在體內求其如細胞之壁者，乃不可得。換言之，乃如一單細胞。然而體內具多數之核，實非真實之單細胞也。以其如此，在前時頗惹起植物學者之注意，然其究依何種生殖法而生殖，則迄未之詳。至千九百二十九年，多斯托爾 (Dostal) 氏及蘇士尼 (Schuenniger) 氏，相繼研究，得一意外結果。卽其一種 *Caulerpa prolifera*，當夏終秋初之際，身體全部皆一變而爲生殖器官。換言之，卽其生殖器官，不僅身體之一部分而已，其全部皆爲一種具有二鞭毛之生殖細胞所充滿。斯時葉面生短毛，生殖細胞卽自此毛端泳出海中（第五圖）。所泳出之生殖細胞，爲孢子抑爲接合子，則尙未之明。然其接合，則從未爲人知。第六圖所示者，爲其生殖細胞，體扁平而具二鞭毛於其頂端，在其底部有一大有色體。有色體上具二深痕，唯自其一側觀察，則只見一痕而

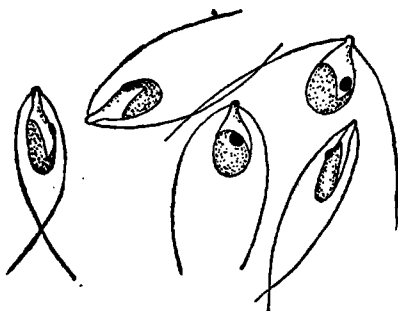
已。細胞之表面
有小隆起，是即
赤色之點所在
處。由此研究所

得之結果，可知此種藻之外形，雖有進步，但其生殖之方法，仍極原始。

無性的孢子，單獨發育即成一個體，故其生殖，乃極易現。如其為接合子，雌雄既須於同時期成熟，尤必須一確實機會，使雌雄相遇始可。植物之接合子，有順次成熟，綿亘相當之長時期者，亦有於一定之時日，雌雄細胞同時成熟而放出者。海藻中之馬尾藻 (*Sargassum*)，即為後者之著例。其卵與精蟲，殆以同日放出故也。馬尾藻中有多數之種類，其生殖期亦因



第五圖 *Caulerpa prolifera*
A 葉部已生毛茸者；
B 毛茸(放大)。
(蘇士尼氏千九百二十九年)



第六圖 *Caulerpa prolifera* 之游走子。
(多斯托爾氏千九百二十九年)

種類而稍異；早者爲春初，遲者至夏初始成熟。同一個體所生成之生殖細胞，非一次全部放出，常作數次之放出。其週期雖非嚴格的一定，大約則爲二週間。又如羊栖菜、鼠尾藻等，生於淺海者，在乾潮之際，常裸出於水外，故其放出乃在乾滿相差甚小之日。而在其他種類，通常乃放出於乾滿相差甚大之日。母體所放出之卵，非放出即散入海水中，往往母體生一種黏液，使放出之卵，附着於母體之表面，俾幼胚得發生至相當程度。馬尾藻卽如是。與此類近之 *Cystophyllum* 及 *Coccolophora* 等，亦均如是。其中尤以 *Cystophyllum* 爲特別，不特有黏液之分泌，且在其體上，生細長之毛以絡其卵，使不易散落，頗類似於動物之胎生。海藻生於淺海岸者，果其幼胚在發育而固着於岩石之前，爲海水所流洗，離海岸而去，則失其發育以成完全個體之機矣。故胚與母體，一旦脫離，卽固着於岩石上，愈速愈佳。故其幼胚能在母體之上，作數日之發育，至相當程度，然後散出海水中。此事對於生殖，極爲有益。

胚之發育以成完全個體之確率愈增，則其生殖細胞之數，自可減少而不至有影響。在馬尾藻科 (*Fucaeae*) 之植物，已可見其有此傾向矣。植物之在此科之最下位者，如 *Fucaeae*，在其藏

卵器內生八個之卵；而其稍進之屬如 *Ascophyllum*，只有四卵；在 *Pelvetia* 屬，只有二卵；在進化最高之馬尾藻，如 *Cocceophora* 及 *Cystophyllum* 等，只有一卵矣。此所云卵數，乃就藏卵器一個而言，非謂一個體只生一卵，蓋同一個體固具多數之藏卵器也。如於馬尾藻之卵出於藏卵器時，即取而檢視其內部之構造，則見其有八核。此八核者，實爲留存之遺跡，正昭示吾人以其祖先在一藏卵器內，曾產八卵，今所產只一卵矣。一卵唯須一核，故此八核之中，七核皆歸消失，入以爲卵核者，只其中之一核而已。與此類近之 *Cocceophora* 所放出之卵，乃只具一核。蓋其中本亦具八核，特其中之七核消去甚早，及至卵出於外，已無跡可見耳。馬尾藻之八核中，七核將消失時，急以浸入增加鹽分之海水中，約一時間，再入於平常海水中，則此七核可免其消失，而得變態之幼胚。由此實驗，可知卵內之八核，本皆爲卵核矣。

二 世代交替

在改釋何謂世代交替以前，必先對於減數分裂加以大概之說明。茲述其大概如次。

細胞核內有一定數之染色體 (chromosome)，植物細胞或動物細胞莫不如此。染色體之數，由生物之種屬，各不相同，各有定數，不稍變更。然而生物營有性生殖時，二生殖細胞相合而為一體，此合體中，自當有細胞核之合一，欲求其合成之細胞內之染色體與其種類所當有之數相合，則生殖細胞核內所具之染色體，自必半減其數。換言之，生殖細胞之生成，必行一種特別之核分裂，使染色體半減其數，是即所謂減數分裂 (reducing division) 是也。在通常之核分裂，各染色體起縱裂，各以其半作反對方向之牽離。在減數分裂，此染色體二個相接而起縱裂，於是成四個染色體相接之狀。由是而起二次之核分裂，四個染色體各入於一核，故其數半減。減數分裂通常皆由此方法進行，即恆有前後二次之核分裂。第一次之分裂，稱曰異型核分裂 (heterotype nuclear division)。

第二次之分裂，稱曰同型核分裂 (homotype nuclear division)。

雖然，尙有一問題存焉，減數分裂果起於何時乎？其發生時期，隨植物種類而異。今先自顯花植物加以說明。顯花植物之減數分裂，起於花粉及胚囊生成之際，即在花粉母細胞及胚囊母細胞之內，行減數分裂。由此分裂而得四花粉及四胚囊。然而在一胚珠之內，只須一個之胚囊。減數分裂之結果，既生成四胚囊，則其四分之三，自必歸於消失，僅有其一，得完全發達而為卵細胞及其他細胞。在花粉一經發芽，即生成精蟲或與精蟲核相當之核，及其他一個或數個之細胞或核，故由花粉及胚囊之發芽所生成細胞之核，皆具半數之染色體。學術上稱之為核相 (nuclear phase)，與普通之體細胞不同。體細胞之核，具倍數之染色體，故其核稱曰倍相核，或曰複相 (diploid) 核。減數分裂以後之核，只具單數之染色體，故稱曰單相 (haploid) 核。在複相世代 (diploid generation) 即有複相核之世代以後，繼之者為單相世代 (haploid generation)，即具單相核之世代也。在單相世代，營授精生殖，再返於複相世代。此單複兩相世代，交替現出，此現象由世代交替 (alternation of generation) 在顯花植物，單相世代之發育極劣，不現為獨立之植物體。然此兩種世代，皆能發

育以成獨立之植物者，亦有之。自複相世代成爲單相世代，恆由無性生殖；自單相世代成爲複相世代，恆營有性生殖。因此單相世代常稱爲有性世代；複相世代稱爲無性世代。實則又不盡然，單相世代或複相世代皆有時不經世代之變而漸演進，故此無性有性之稱，實非妥善，以避之爲宜。

在顯花植物，單相世代之發育雖劣，然並非絕對不發育。雖在發育極惡時，由數個細胞或核而成，其中有與生殖無關係者。故視爲一世代雖無不可，但在動植物內，只一個細胞代表一世代者，恆有之。如認爲一世代，實不妥善，此種植物毋寧謂爲無世代交替現象，較爲妥切，主此說者甚多。今試就實例以觀，在動物減數分裂之結果，所生成之細胞，不爲卵卽爲精蟲，除此二者以外，無他種細胞可成。卽動物中含核相變更之世代交替，並不存在。以下卽就此說申論之。

動物中除原生動物之一二特殊者外，並無植物之單相世代，故此種生物，有複相生物 (di-plant or diplobiont) 之稱。植物之中，亦頗多可列入之者。

第一當舉及之者，爲馬尾藻科，此科植物之藏卵器或藏精器內，最初只有一核存在，由減數分裂之結果，生成四核，在藏精器內經數次之核分裂而生成多數之精蟲，在藏卵器內則只經一次之

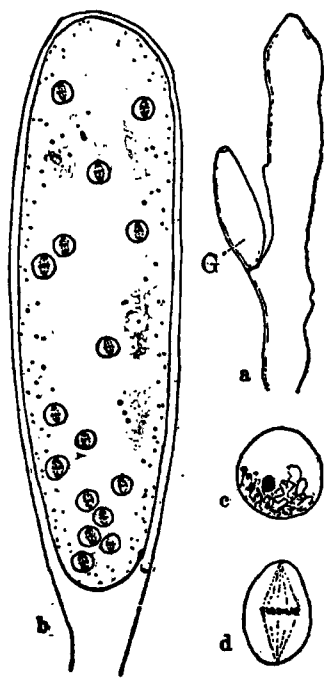
核分裂，即生成八核，而終成含此核之八卵或一卵。蓋在減數分裂以後，核分裂雖更繼續再演一次或數次，然除生殖細胞外，不能生成他物，故可視爲純粹之複相生物。

其次即爲硅藻，硅藻之內，可分爲兩大部分：一爲中心類（Centricae），一爲羽狀類（Pennatae）。中心類因研究不足，尙有不明瞭之處，至於羽狀類，則已確知其爲複相生物矣。其營有性生殖時，在二個體內行減數分裂，得四個單相核。此四核之內，二核成爲二接合子者有之，三核消失唯成一接合子者亦有之。故吾人通常所見之羽狀硅藻，皆具複相之核，而爲完全之複相生物（參照第三節四兩圖）。

在綠藻類中，亦頗多複相生物之例。此事爲昔所未知，至近年始明。其第一實例係澳大利之威廉（May M. William）氏於千九百二十五年發見。其植物爲水松，體內無細胞之壁，與前述之 caulerpa prolifera 相似，作單細胞狀。達生殖時期，即於體上各處生接合子囊，狀如小角，在此囊內，生多數之接合子。接合子雌雄皆具二鞭毛，特雌性接合子所具者，大於雄性者耳。威廉氏就此接合子之發生，加以研究。見其在接合子囊內，最初具多數之核，此多數之核，隨生殖時期之進行，而演

減數分裂。於其分裂之前期，核內之物質皆聚於一方，是即所謂凝聚 (synapsis)，因此可以識別。水松在此時期中，可以明瞭察得（第七圖）。減數分裂告終，各核間即生隔壁，接合子囊內全部皆一變而為接合子，故水松可視為複相植物之一例。綠藻類中或其他種屬中，有與此例相同者，亦未可定，然尙未確知之耳。

複相植物之論述，姑止於此。今請就其正反面之單相植物述之。欲求其例，在綠藻類及紅藻類中頗多可舉者。所謂單相植物者，只其生殖細胞二個相合以成合體時，具複相之核，在其細胞內已



第七圖 水松(Codium tomentosum)之大接合子囊之發生：
a 外形，G 為大接合子囊； b 大接合子囊之縱斷面（核正演異型分裂）； c 凝聚時期； d 異型核分裂中期。（威廉氏千九百二十五年）

演減數分裂，故通常細胞體，皆爲單相之核。例如水綿，其減數分裂乃在二接合子合體所生成之接合孢子之發芽時，故其通常體皆具單相核。

單相植物與複相植物，實爲植物界上之兩極端，在此兩極端間，固有多數之植物也。換言之，即具單相複相兩世代者也。此種生物，恆稱曰單複相生物 (haplodiplont or haplodiplont)。顯花植物，卽其一例，而其最顯著者，爲羊齒類。羊齒類之孢子發芽所生成之前葉體 (prothallium)，爲單相世代。此單相世代生卵與精蟲，由其合一而生成者爲複相世代，亦卽吾人通常所見之羊齒類之本體也。在藻類中，單相世代與複相世代發育相等，一見之下，幾不能區別其屬於何世代者，亦有之。紅藻類、褐藻類、綠藻類中，皆有其例。特在綠藻類之例，至最近始發見，蘇士尼氏、哈脫曼氏、弗因 (Föyrd) 氏等之功也。今稍述其發見之經過於此。蘇士尼氏鑒於威廉氏就水松研究而得之結果，乃取與水松類相近之 *Oladophora* 之游走子之發生，加以研究，(所謂游走子 (Zoospores) 者，卽具二鞭毛之孢子，能在水中自由泳行者也。) 確知其演減數分裂 (千九百二十八年) 至千九百二十九年，哈脫曼氏及其共同研究者弗因氏，更發見 *Gladophora* 及其他綠藻中之石蓴、乾苔、念

珠藻等之接合子合體所生成之細胞之核中，染色體之數乃倍於其單獨發生之游走子之核。接合子所成之個體與游走子所成之個體，得以完全區別。然而兩種個體，在外形上，則無可區別。由是可知綠藻之生活史，正如褐藻類之網藻，惜久不爲人所知，或者因其爲海中之生物，研究不便，有以致然歟。世代交替之現象，由上所述，可以了解無餘。茲更舉數種菌類之生殖方法，說明之如次。

生殖方法在菌類中，頗有特殊者在。其中固有爲往昔已知者，而其最重要者，至近年始知之。裂殖菌中無有性生殖，至變形菌 (*Myxomycetes*)，已有有性生殖者矣。卽由其孢子囊所散布之孢子，發芽時生成一個或數個之游走子，其中有漸失其鞭毛而成爲變形蟲狀者，在此狀態下，演分裂增殖，分裂增殖之後，二者再相合而爲合體，此時核亦合一。至此始成爲具複相核，攝取營養物而生長，體內之核由核分裂之結果，遂具多數之核。吾人通常所稱爲變形菌之變形體 (*plasmidium*) 者，卽始於此。其初雖甚小，但既由其各自生長，更兼以二者相合而成合體，爲形遂大。既有複相之核，則必演減數分裂，其演之也，蓋在孢子囊內生成孢子之時。由前述定義以觀，則此變形菌，實爲複相之植物。

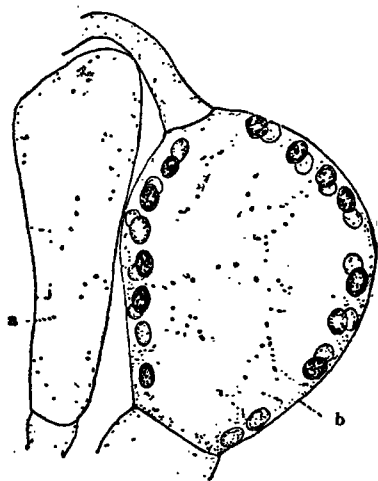
在菌類中變形菌實居下等，較此更進者爲藻菌類 (Phycomycetes) 及囊子菌類 (Ascomycetes)。當其演有性生殖之時，特異於其他，幾無類例可求。例如藻菌內之白黴 (Mucor)，其接合異於普通植物，並非由具單核之二接合子合一，乃爲接合子囊之着合。接合子囊 (gametangium) 爲生成接合子之囊，今以白黴爲例述之，在菌絲之端，生成隔壁，在其內具多數之核，兩接合子囊相着合時，卽成接合孢子，其時二核各相着合。故所謂接合孢子者，乃二接合子囊之合體，與通常所謂接合孢子大異其趣。此類植物之減數分裂，多演於接合孢子之發芽時期，或在發芽後，生短菌絲於菌絲之端，生成孢子囊之時期，於孢子囊中演之。因此，吾人所見之菌絲，皆具單相之核，故此類植物，可謂爲單相植物。

囊子類中如 *Pyrenema* 之有性生殖方法，大體亦與前述之白黴相似，所異者僅其接合子囊，有雌雄之別，而分爲藏卵器與藏精器耳。在此兩器內，具多數之核，兩器相着合時，藏精器內之核，卽全體移於藏卵器中，各核相接合，如第八圖所示。謹相接合，而不相着合。接合以後，自藏卵器之基部生出多數之菌絲，是曰造囊絲 (ascogenous hypha)，保持其核，使在接合狀態而入於造囊絲之

尖端，至子囊（ascus）生成時，此在接合狀態之二核，始相着合而為一核。故此子囊初僅具一核，由減數分裂之結果，遂生成四核，更作一次之分裂，遂成八核，終乃形成八個孢子。由此可知，此植物體之主要部分，實具單相之核，唯在其造囊絲，則具兩個相接之核，可視為複相世代。故此菌實具世代交替現象，可謂為單複相植物。

菌類中居最高位者為擔子菌類

（Basidiomycetes），其中有寄生於顯花植物者，亦有為吾人所習知用以為食物者，如松茸、香蕈等，即屬於此。通常所稱之菌或蕈，作傘狀，為其子實體，在傘之裏面，着有多數之孢子。此孢子者，實其繁殖所由也。此孢子每四個着生於一種細胞之尖端，是曰擔子柄（Basidium）。故孢子又稱為擔子



第八圖 *Pyronema confluen* 之授

精，雌雄兩核僅相接合而未着合：

a 藏精器， b 藏卵器。（克勞生（Claussen）

氏千九百十二年）。

芽胞 (Basidiospores)。取擔子柄之最幼者加以檢示，即見其具有二核，不久此二核即相合而爲一，由減數分裂成爲四核，終成各擔子芽胞之核。

以上所述，似甚明瞭，實則尙有問題未之及也。即擔子柄內最初所見之二核，果於何時由何道以成？則因蕈菌之種類不同，不相一致。先就其最簡者述之，當擔子柄上有四個擔子芽胞生成之際，芽胞之核本爲一個，至此已對分爲二，故芽胞完成之時，其中已具二核。由此孢子之發芽，生出菌絲之時，菌絲之各細胞，皆具二核。雖與具倍數染色體之核不同，然通常菌絲要可視爲有複相之狀態，故蕈菌類植物，實爲複相植物而又缺少單相世代者也。

然在蕈菌類中，亦有不同於此者。菌絲之中，最初即有二核，如上所述者，實可謂爲例外現象。通常之菌絲最初皆生，只具一核之第一次菌絲，其後乃生成具有二核之第二次菌絲。自孢子生成第一次菌絲爲止，其順序各有不同，可區分爲之。

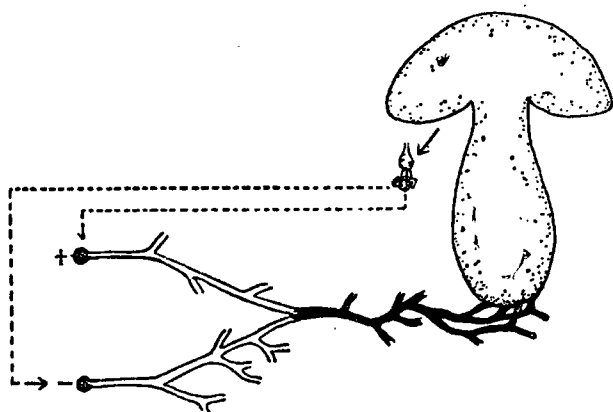
第一：孢子爲一核，所生成之菌絲亦一核，極爲簡單。

第二：孢子本有二核，在其發育之際，二核中之一，存留於孢子之內，只一核移於菌絲，而生成

具一核之菌絲。

第三：孢子或為一核或為二核，自孢子發出菌絲時，核之全部皆移入菌絲，在菌絲之內起一種分裂而不構成隔壁，如是反覆多次，菌絲之內，乃得多數之核。後一時的再生隔壁，而成為具一核之細胞。同時細胞分散，生長後，乃生成第一次之菌絲。

自第一次菌絲以成第二次菌絲，由於菌絲之癒合，癒合結果，乃生成含有二核之第二次菌絲，如第九圖所示。菌絲之癒合為期亦各異，有於孢子發芽以後，經長時間而始癒合者，有於其發芽後，菌絲即起癒合者。後者之癒合甚為簡單，前者則不然，至為複雜。因其癒合同時起於各所，故其結果，一切菌



第九圖 擔子菌類之世代交替。

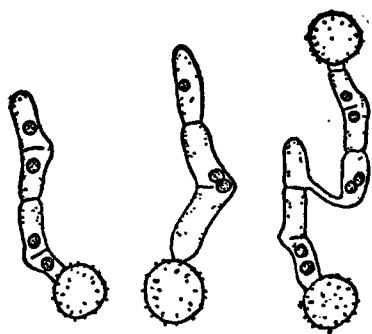
(貝拉 (Belar) 氏千九百二十八年)

絲皆起癒合，而變爲第二次菌絲。變爲第二次菌絲以後，有經長時間之生長，而不發生子實體即菌傘者，然時日一積，終必生出。在此生子實體之擔子柄上，始演二核之合一，繼之以減數分裂，再進乃生成擔子芽胞。

由上所述，可知蕈菌類有單相世代及複相世代，可稱爲單複相植物。由擔子芽胞之發育所生成之第一次菌絲，有不藉他菌菌絲之助，自進爲第二次菌絲者。更有非有異性菌絲存在，不能自第一次菌絲以進爲第二次菌絲者。

擔子菌類中有營寄生生活者，前已述之矣，其生活史，頗多複雜異常，今舉一比較簡單者述之。寄生於禾本科植物之黑穗菌，爲人所常知。黑穗所在處，即有生成之孢子，落於地上，在地上發芽而生成短菌絲。此短菌絲者，即與擔子柄相當。最初孢子所存之複相核，由減數分裂變爲四核，各生隔壁於其間，成四細胞。各細胞再行核分裂，新細胞乃向外方出芽。所謂新細胞者，即擔子芽胞也。擔子芽胞既出以後，生此芽胞之細胞，猶依然存在，可以再出芽胞，有往往重覆至數次者。由擔子芽胞或其分裂而生之多數細胞，一經發芽，即生菌絲。此菌絲與他菌絲相癒合，即變爲含有二核之菌絲。癒

合有起於甚早者，即由孢子發芽生成四核，此四核初時各自隔離而入於各別細胞之中。在隔壁之端，生成通路，核即由此通路自一細胞移入他細胞中。或於擔子柄間，生一棧道，而生成二核細胞（第十圖）。無論其由何道，所生成之菌絲內，持續其二核狀態，至孢子生成時，二核始合為一。



第十圖 黑穗菌(*Ustilago nuda*)之孢子發芽時，二核細胞之生成順序。
拉維息(Rawitscher)氏千九百十二年)

三性

無性生殖固無所謂性之觀念，一言有性生殖，則此觀念必隨之而來，不具此觀念者，必不足論有性生殖。故在前述各節中，隨所皆有此性之觀念，特語焉而不詳，本節當加以詳細之說明。

凡營有性生殖之植物，在其生育史內，必有單相核細胞與復相核細胞之生成。故所謂性者，由此種細胞而現。吾人對於顯花植物，常謂之曰雌雄同株，或曰雌雄異株，蓋就其復相世代而言之也。若就單相世代言，則一切之顯花植物，皆雌雄異株，無復有雌雄同株者矣。

顯花植物之花粉與胚囊，並非生於同所，雌雄異株者固如是，雌雄同株者，亦如是也。故由一細胞行減數分裂成爲四細胞時，決非二細胞成爲花粉，其餘二細胞成爲胚囊之理。換言之，單性世代之性決定，並不在於減數分裂時，以前早經決定之矣。

然而植物中行單相世代（如無世代可言，即指其具單性核之生殖細胞）之性，在減數分裂

時，決定之者甚多。蘚苔植物與顯花植物不同，單相世代比諸複相世代，更爲優越，吾人之所謂雌雄同株或異株，皆就此單相世代而言。蘚苔植物之複相世代，恆爲雌雄同株。

在雌雄異株之蘚苔植物，雌雄之別，乃在減數分裂之時期。一個之孢子母細胞，由減數分裂分爲四個，則其中二個爲雌，二個爲雄。蘚類中複相世代之營養細胞，有時不經減數分裂，作成一種細胞，外觀上類似平常之單相世代，核則爲複相，故其單相世代本當爲雌雄異株，亦現爲雌雄同株。

其他若紅藻類、褐藻類、綠藻類，在其具複相核時，皆無雌雄之別，在其單相時，生出雌雄之別者，甚多（實亦非雌雄，蓋（+）（-）之別耳）。性之決定，大抵皆在減數分裂時。凡此種種，欲由實驗證之，必須以人工培養法培養藻類，而加以觀察。然往時菌類之培養雖盛，藻類之培養則遠不逮此。至輓近始有非常之進步，前之僅認爲想像者，多得確實證明之矣。

今舉須來勃 (Schreiber) 氏之培養試驗結果之要點，以示其一例。所資以爲材料者，爲魔包子 (Pandrina)，與 Eudorina 及聚包子 (Gonium) 三種培養之溶液如次：

硝酸鈣

〇·二五克

硫酸鎂 〇・〇六克

硝酸鉀 〇・〇六克

磷酸鉀 (K_2HPO_4) 〇・〇六克

硫酸鐵 微量

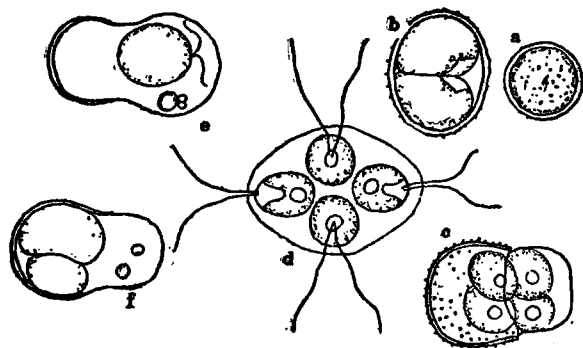
水 一〇〇〇・〇立方厘米

用此溶液培養種種藻類，雖毫無困難，然在通常狀態下，只營無性生殖，而無有性生殖。欲使其起有性生殖，必將培養條件加善，極力使其個體增殖。在限定之所，個體之數極大時，始現有性生殖。先以一個之個體爲出發點，使其增殖爲多數之個體。個體之數，雖可增至莫大，性則不殊，皆爲同性。在此種同性之個體間，不能營有性生殖，欲使其營有性生殖，非加以異性之個體不可。既加以後，方可由有性生殖而生成接合孢子。各個體之性決定，在於其接合子發芽後演減數分裂之際。今先就聚包子述之。接合孢子在其發芽之際，分爲兩個細胞，各細胞再分爲二，全體成四細胞，破接合子之被膜而出外。其出也，四細胞仍相結爲一，並不分離。各細胞皆具二鞭毛，因得以在水中

自由運動。如是者約二三日，各細胞復起分裂，全體乃一變為通常之聚包子，含有十六個細胞。再繼續培養，則此由十六細胞所成之一個體，復分為四個體。此四個體各有其起源。其起源為何？即最初之接合子由減數分裂所成之細胞是也。如性之分離，果起於減數分裂之際，則此四個體之中，二者當為雌，二者當為雄。由實際培養試驗之結果，竟與此想像一致。將此四個體之出於一接合子者，分別培養，所得之個體羣，以A B C D別之。就其有性生殖所得之試驗結果，如第二表。表中(+)表示能生成接合孢子之記號；(-)表示不能生成之記號。

	A	B	C	D
A	-	-	+	+
B	-	-	+	+
C	+	+	-	-
D	+	+	-	-

第二表



第十一圖 卵孢子發芽：

a—d *Gonium pectorale*; e—f *Eudorina elegans*.

(須來勃氏千九百二十五年)

今再述 *Eudorina* 及魔包子 (*Pandrina*) 如次。是二者與聚包子有異，蓋在接合子發芽之際，雖亦生成四細胞，特其中三個皆萎縮而不發達，只其餘一個，能發達為完全之游走子，具二鞭毛。此種游走子應已具有一定之性。如加以培養，使繁殖成為多數之游走子，以檢其能否營有性生殖。即見在同一個體所得游走子之間，並不能生成接合孢子。

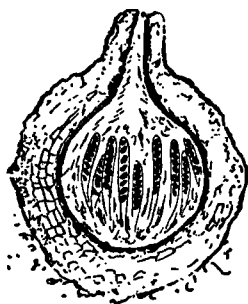
以上所述，為須來勃氏研究結果之大概。關於藻類之敘述，且止於此次就菌類述之。菌類行減數分裂之際，性之分離，頗多劃然顯明者。

往者東京之大震既終，樹木之被火者，發生一種橙色之黴，盛極一時，想尙能為人所記憶。是黴也，屬於囊子菌類，名為 *Monilia*。火山噴火以後，或焚山以後，常生此菌。此菌之繁殖方法，通常皆由分生孢子，即由菌絲之端分離而成，有時則生出一種子囊，此為囊子菌類之所特有者。子囊生於子體之內部，狀如燒瓶，如第十二圖所示。此種菌類非在生出子實體以後不能得知，故 *Monilia* 之名，實為生子實體以前之假名而已。最近美國之息爾 (Shear) 及獨奇 (Dodge) 兩氏，對此菌類曾加以詳細研究，而得一新屬，曰 *Neurospora*。震災以後盛生之菌，亦此屬中之一，故其學名當為

Neurospora sitophila。此菌並不限於日本，廣見於世界各地。關於此菌之性，有息爾及獨奇兩氏之詳細研究，所得結果之概要如次。

研究之出發點，必先使子囊孢子發芽。然此孢子具特別性質，在通常狀態下不易發芽，必須漸次升高其溫度（其時間約須十五分間至二十分間），至攝氏六十五度或七十度，並在此溫度下放置數分間後，始易發芽。

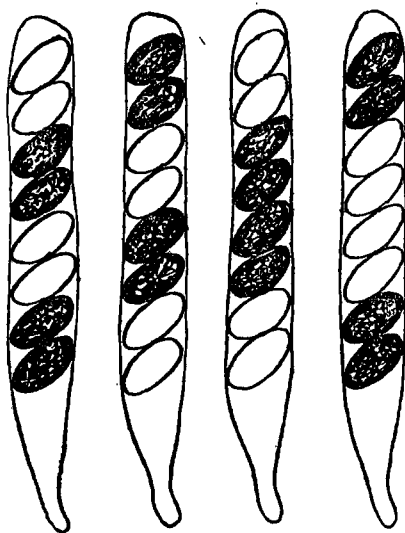
由此方法使子囊孢子發芽後，再研究其性。自一子囊孢子所生成者，皆為單性，僅由此一子囊孢子所生成者，為單性，不能結子實體而生成子囊。但在此子囊內，有八個孢子並為一列，取而分別培養之，即見其八個之內，四個為（+），四個為（-）。將（+）之菌絲與（-）之菌絲，培養於同一器內，始能得子實體。如僅為單獨一性，培養之時間任何長遠，皆不能得子實體。由此可知，當子囊內子囊孢子生成時，性已分離。在子囊內有前後三次之核分裂，此三次分裂之中，其初二次乃沿子囊之長



第十二圖 *Neurospora sitophila* 子實體之縱斷面，在此子實體內生有多數之子囊。

（息爾及獨奇兩氏千九百二十七年）

軸而分裂，只其第三次乃對子囊之長軸為垂直方向之分裂。於是問題所在，即此三次分裂中，何者為性之分離？由最近維爾可克斯 (Wilcox) 氏之研究，第二次之分裂，實為性分離所由來之核分裂。其所以然者，取此並列為一列之八個子囊胞子，如第十三圖所示，檢視其性，即見胞子有黑白二種，同色者表示其有同性。兩種胞子之排列，共有四種，如圖所示。四種之中，無論其為何種，性之分離非在第二次分裂，不足以說明之。如在第三次之分裂，則不能有黑白相交之排列，如謂性之分離在第一次之分裂，則所得之排列應在子囊內，上四者與下四者，必異其性。實際上乃不如是，故性之分離，非在第二次之分裂不可。



第十三圖 *Neurospora sitophila*
之子囊內二種異性胞子之排列(模
擬圖)。

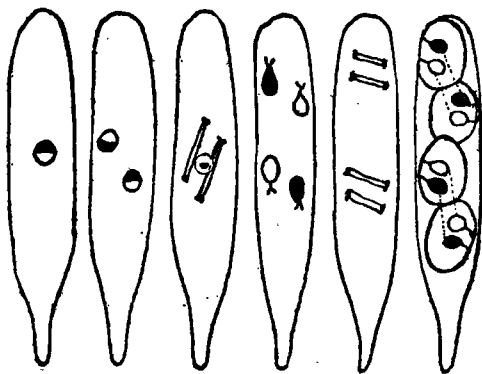
(維爾可克斯氏千九百二十八年)

Neurospora 之一種曰 *N. tetrasperma* 者，與上述之 *N. sitophila* 有異。其子囊內僅

生成四孢子。僅有一孢子發芽所得之菌絲體，有生成子實體之機能。獨奇氏曾研究其孢子在子囊內生成之狀況，知其子囊內初亦生成八核，每孢子各含其二個而成四孢子，且所含二核，各異其性，如第十四圖所示。囊子菌類之敘述，今止於此，請更述擔子菌類性之分離如下。在此方面，克尼浦 (Knip) 氏之廣汎的研究，實為傑出之作。

擔子菌類之減數分裂演於擔子柄內，吾人已述於前矣。由此分裂結果，所生四核，即為各擔子芽胞之核。性之分離既在減數分裂之際，故擔

子芽胞通常皆為單性，自一個擔子芽胞所生成之菌絲，不起菌絲之癒合，故亦不能生成子實體。



第十四圖 *Neurospora tetrasperma* 之子囊內四孢子之形成順序 (模擬圖)。性之分離在第二次之核分裂。

(獨奇氏千九百二十七年)

在擔子菌類頗可異者，即其中之某種類，性之分化乃為四極性(tetrapolar)。通常之動植物

所現之性分化，皆為二極性(bipolar)。二極之性在減數分裂時應如何決定，試一檢之。最初之核在其複相時，設含有Aa之二因子。減數分裂時，此二因子即起分離，一核含A。他核含a。以後再分離其性。至於四極性者，其複相之核含AaBb之四因子，A與a為對，B與b為對，故減數分裂以後之核，當為如下列四種之一：即AB, Ab, aB, ab中之一。易言之，即性有四種，在菌絲癒合之際，必無一共通因子者，始起癒合。例如含AB之個體，與含ab之個體，其間無一共通因子，其菌絲能起癒合。含有Ab與aB者，其間b為共通因子，故其菌絲不起癒合。其詳細有如下第三表，(+)為起癒合之號，(-)為不起癒合之號。

擔子菌類非盡為四極性，二極性者亦有之。二極性者其能癒合與否，如第四表所示。

	AB	Ab	aB	ab
AB	-	-	-	+
Ab	-	-	+	-
aB	-	+	-	-
ab	+	-	-	-

第三表

	A	a
A	-	+
a	+	-

第四表

四極性能生兩性雜種，二極性者則能起單性雜種。

更有一言欲述之者，即性之分離起於減數分裂之第一次分裂，抑或演於第二次分裂，就兩極性而言，則二者有同一之結果。在四極性則不然。性之分離如在其第一次分裂時，則自同一之擔子柄，唯可生成二種孢子；如其在第二次分裂時，則可生成四種孢子，亦可生成二種孢子，二者必均等。然由最近克尼浦及牛頓 (Newton) 諸氏之研究，則在擔子菌類，因種類不同，結果至不一律。在同一種類，亦隨時期而不同。換言之，即其性之分離，有起於第一次分裂者，亦有起於第二次分裂者。

由上所述，擔子菌類之性，已可略明矣。克尼浦氏更就 *Schizophyllum*，發見一顯著之現象。其後勃蘭斯維克 (Brunswick) 氏及凡登特利斯 (Vandendries) 氏，在其他種類中，亦發見此同一現象。即此現象，或且為擔子菌類極普遍之現象，亦未可知。其現象唯何？即擔子菌之同一種類中，有多數異種，可稱為地方種，蓋其性之因子不同也。地方種云者，非其生於遠離之別一地方，即其地方鄰近，亦常有此二不同之地方種並生，詳述之如下。

今假設有一地方種，所具性之因子為 $ABab$ ，其他一地方種為 $A_1B_1a_1b_1$ 。一地方種之單

相菌絲爲 AB, Ab, aB, ab 之四種，他地方種則爲 $A_1B_1, A_1b_1, a_1B_1, a_1b_1$ 四種。將此四種配合之，無論何種，皆起癒合，有如第五表所列。就此表一察，即見 AB 與 A_1B_1 二菌絲能相癒合而得 $A_1A_1B_1B_1$ 之個體。在此一個體內， a 或 b 所示之因子並不加入，仍得以生成個體。此諸因子表以 Aa, A_1a_1 者，亦可以 A_1A_2, A_3A_4 代之。然有一弊，即 $A_1A_2A_3A_4$ 之號，不能表示二者自同一子實而來，故以 AaA_1a_1 表之。吾人於此，必須注意 A 與 a 間及 A 與 A_1 間之差異，實非本質的差異。

在此二地方種間，假設可生成子實體，兩地方種之性因子爲 $AaBb$ 及 $A_1a_1B_1b_1$ ，則子實體之性因子之配合方法，數乃甚大。今假定其中之一具 $A_1A_1B_1B_1$ 因子之子實體已成熟，在減數分裂之終，生成擔孢子芽胞時，所得芽胞應具之因子爲 AB, AB_1, A_1B, A_1B_1 四種。是否如此？可使其與最初之二原種間作菌絲之配合以檢之，結果如第六表所列。

	AB	Ab	aB	ab
A_1B_1	+	+	+	+
A_1b_1	+	+	+	+
a_1B_1	+	+	+	+
a_1b_1	+	+	+	+

第五表

擔子菌類之各種皆有地方種，已述於前。地方種為數甚大，有數種類，幾無限制可言，有數種為數亦不甚多。其中二地方種之性因子，固非全部有異，只其一部不同者，亦有之。勃蘭斯維克氏所研究之 *Coprinus comatus*，

即其一例，特其性不為四極性而為二極性。一地方種 a 之因子為 Aa ，他地方種者則為 A_1a 。使此種菌絲配合，則得第七表所示之結果。

	AB	AB ₁	A ₁ B	A ₁ B ₁
AB	-	-	-	+
Ab	-	-	+	+
aB	-	+	-	+
ab	+	+	+	+
A ₁ B ₁	+	-	-	-
A ₁ b ₁	+	+	-	-
a ₁ B ₁	+	-	+	-
a ₁ b ₁	+	+	+	+

第六表

	A	a	A ₁	a
A	-	+	+	+
a	+	-	+	-
A ₁	+	+	-	+
a	+	-	+	-

第七表

由上所述，可知菌絲之癒合，唯性因子之全然不同者，始能有之。其不起癒合者，必其性因子相同。又若性因子之差異過大時，亦不起癒合。故自遠隔之地方，取其孢子而試驗之，即見其不能癒合。其所以不能癒合之因，只能想像其為差異過大所致。欲使不同種類之擔子菌類，作成雜種，乃不可

得，可知其性因子差異過大者，即不能癒合矣。

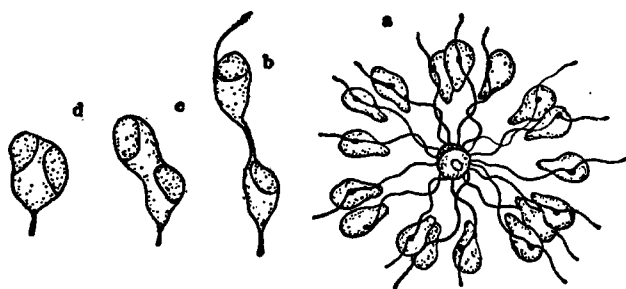
擔子菌類既有多數之地方種，則其由偶然變異 (mutation) 而生變種，自不足異。由多數學者之研究，知此想像，與事實相符，特其在同一核內所存之性因子，同時皆起變異者甚少。例如由四種因子而組成決定之性，此四因子同時起變異者甚少。通常屬於同一羣者，只其二種。例如 $AaBb$ 之中， Aa 變為 A_1a_1 時，最為普通。

總上所述，可知植物之性現象，決不如吾人昔日想像之簡單，實極複雜異常。更有一層，為吾人所當知者，即性乃相對的關係。所謂雌與雄，雖就一個體而言，然不能就一個體而決，必須對於他個體，始能定。換言之，性之何屬，由於對手而異，可為雌性，亦可為雄性。簡單言之，性非絕對的，乃為相對的。

欲理解此性之相對性，在植物之單相世代或複相世代，當知其所表現之雌雄性，並非因有決定雌性之因子或決定雄性之因子存在，雖表現雌性者，仍有雄性之因子伏在；表現雄性者，亦有雌性之因子伏在其中。

例如被子植物中之某種植物，具雌雄異株之現象，其複相世代雖分爲雌雄，然在其雌株，決不僅有雌之因子，同時雄之因子，亦復存在，特其勢力劣於雌耳。果有一因，使此兩因子間之平衡起變化，即現爲雌雄同株，酸模即其一例。至於藻類及菌類，其複相世代爲中性，性之現於外觀者，只限於單相世代，而此單相世代之性所示，亦性之兩因子勢力之差。其差大者，性之傾向亦大。以故接合子可大別爲二：即（+）與（-）（+）之傾向極大者，爲一極端；（-）之傾向極大者，爲他一絕端。在此兩極端間，乃有無數之階段。

哈脫曼氏對褐藻類之 *Ectocarpus* 所作之研究，在此點上頗饒趣味。*Ectocarpus* 之接合子，雌雄完全同形，然在行動上，則有雌雄之別。蓋其雌性泳出於海水中時，不



第十五圖 *Ectocarpus siliculosus* 之接合：

a 多數之雄性接合子羣集於雌性接合子之周圍； b—d 雌雄接合子合一之順序。（奧脫曼 (Oltmanns) 氏千八百九十九年）

久即行靜止，雄性之接合子，乃羣集於周圍，一旦有一雄性接合子與此雌性者合一時，其他之雄性接合子皆散去。

哈脫曼氏取多數 *Ectocarpus siliculosus* 之個體，培養於各別器內，使其接合子泳出，而觀察其對他個體之接合子，有若何行動。其可異者，即在雌性之中，有雌性之強及弱者，有雌雄不能辨者，有對於一個體為雄性之行動，對他一個體為雌性之行動者。為便於了解計，哈脫曼氏之結果，可以第八表示之如次：

試檢此表，2 4 6 皆為雌性，5 亦雌性，特為最強，故能接合（表中此種異常之接合皆以粗字示之）。此種異常的接合，甚不活潑，其正常之接合，則甚活潑。表中所列，僅就雌言。同一理由，雄與雌間亦可以起接合，蓋其一為更有力之雄也。其所以然者，雖不能確知，同性接合子之所以起接合

	♂ 1	♀ 2	♀ 3	♀ 4	♀ 5	♀ 6
♂ 1	-	+	+	+	+	.
♀ 2	+	-	-	-	+	-
♀ 3	+	-	-	-	-	-
♀ 4	+	-	-	-	+	-
♀ 5	+	+	-	+	-	+
♀ 6	+	-	-	-	+	-

第八表

者，殆其力之強者保有其固有之性，而弱者則現爲其他一性而行接合之故也。

四 單性生殖

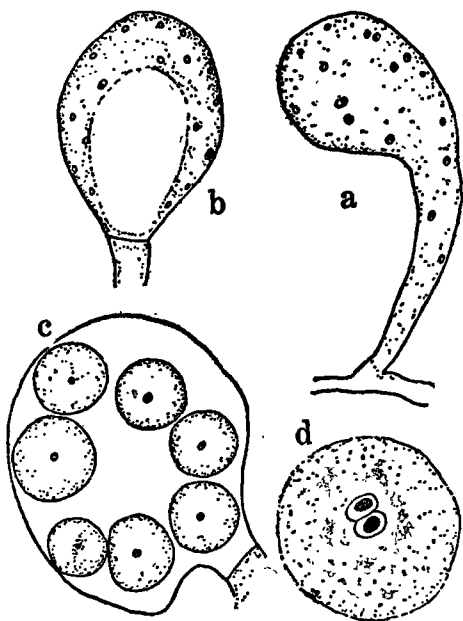
動植物之有性生殖，專賴接合子。然接合子自身不能單獨發生，實為一種不可思議之細胞，因其至為普遍，遂習而不覺其奇耳。此通常不能單獨發生之接合子，有時亦能發生而為一個體，此種生殖曰單性生殖。

藻類、菌類因營有性生殖，生出具複相核之接合子，在接合子發芽之際，演減數分裂，故吾人日常所見之藻菌類，體中所含細胞，皆具單相之核。此種植物之接合子，即此作單性的發生，成為個體，亦不致有阻障，實際上正如推論所得，其能由單性生殖而發生者，乃非鮮。藻菌類之水生菌 (*Carp. rolegnia*) 即為其一例。最近馬克爾 (*Mackel*) 氏曾有研究公表於世，所用材料為水生菌內之 *S. Thureti* 及 *S. mixta* 二種。前者只有藏卵器而無藏精器，後者由培養液之節調，可使其只具藏卵器而無藏精器，亦可使其二者兼具，作正常之有性生殖。

水生菌爲藻菌類之一，菌絲無隔壁，菌絲之端膨大而爲藏卵器時，在其基部始生隔壁。藏卵器內最初具多數之核，藏卵器漸次成熟，自中心部以向周圍，核與原形質皆次第崩潰。至其終局，原形質成爲薄層，存於藏卵器之周圍，核數亦漸減。成熟完成之際，各核更同時起一次之核分裂，核數二倍。實際上能爲卵核者，只其一部分而已，他皆消失，以殘存之核爲中心，藏卵器之原形質乃分割爲多數之卵球，故卵球中各有一核。如其同時生有藏精器，則在藏卵器之最後核分裂時，藏精器亦同時起最後之核分裂，及至授精時，藏精器對於藏卵器生一突起，以入於藏卵器內，藏精器之尖端入於藏卵器內者，生多數之分枝，分枝之端達於各卵球，送入精核。精核送入後即與卵合一，卵球即生薄膜，被於球外，是即所謂卵孢子 (oospore)。如其不生藏精器時，卵球即自身發達而爲卵孢子。卵孢子無論其由何道生成，皆不即時發芽，須經時日，約二個月乃至五個月後，始能發芽。其由授精而來者，在發芽之時，更演一次之減數分裂。

菌類之核一般皆小，欲決其染色體數，甚爲困難。馬克爾氏曾將不具藏精器之 *S. Thuretii* 及着有藏精器之 *S. mixta*，與不有藏精器之 *S. mixta* 之藏卵器，加以檢視。於最後之核分裂之

時，計其染色體之數。數雖不能正確決定，染色體之數似皆一定，約為十個。換言之，其營養性生殖時，卵核所具之染色體數，並不倍加，可以水生菌為其實例，蓋由於單相單性生殖也。所以稱為單相單性生殖者，具單相核之卵，單性以發育之謂也。如其外觀為卵而具複相之核者，單性的發育時，即稱為複相單性生殖矣。被子植物中有常營此單性生殖者，皆復相單性生殖也。被子植物之營養相單性生殖者，初不為世所知，確實之例，在千九百年時，始行發見。其後繼續發見，蕞菜亦其一例，為柴田三宅兩氏所研究而得者也。



第十六圖 水生菌之發生及授精：
 a—c *Saprolegnia Thureti* 之藏卵器之發生； d *S. mixta* 之卵(擴大)，雌雄兩核正將合一。(馬克爾氏千九百二十八年)

蕺菜爲亞洲之特產植物，檢其花粉，則見其發育甚劣，加以發芽試驗，亦不見其發芽。更檢其胚

囊之發生，則

見其仍有演

減數分裂而

生成正常之

胚囊者，特其

生成甚劣，不

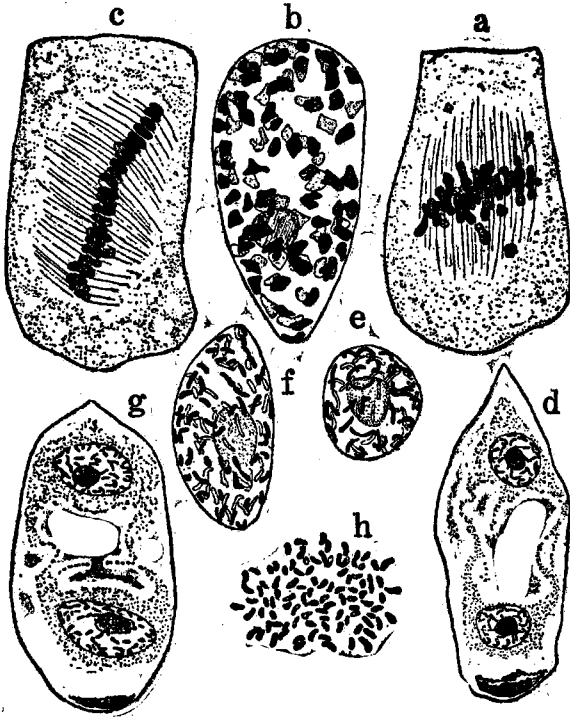
能成胚，即行

崩壞。其能成

胚者，胚囊母

細胞不起減

數分裂，而構



第十七圖 蕺菜之胚囊發生：

a 胚囊母細胞內之正常的異型核分裂； b—c 營單性生殖時，胚囊母細胞內之第一次核分裂； d—e 正常胚囊之二核時期； f—g 營單性生殖之胚囊之同時期； h 根之細胞核之染色體。（岡部作一氏千九百三十年）

成胚囊。故其卵細胞具複相之核，單性的發育以成胚。是後柴田三宅兩氏，更重複研究，已確證其如是。故蕞菜之爲單性生殖之植物，已無可疑。千九百二十七年瑞典人蘇特爾堡 (Soderberg) 氏在蕞菜根之根細胞核分裂時，曾發見其染色體約爲百數，謂柴田及三宅兩氏所得蕞菜之複相核之染色體數，約爲五十，實不正確。由氏之意，胚囊內之核，如其具有五十染色體，卽已減數矣。故謂此植物爲營單性生殖，甚爲可疑。此說公表以後，岡部氏更檢視其複相核之染色體數，約九十餘，大體上乃與蘇特爾堡氏之說相一致，然有胚囊母細胞者，確已省略減數分裂。故柴田三宅兩氏之公表，實未嘗誤，亦得以證明。

蕞菜僅其中之一例，被子植物中營單性生殖者，皆與蕞菜相似，皆爲複相單性生殖。普通當形成單相核之世代，竟形成複相核。卽將減數分裂省略而始終爲複相核。減數分裂既可省去，則此植物之全生涯更可以爲單相核矣。應卽以單相核之狀態，繼續其世代以至於無窮。然在現今被子植物中，尙未見其實例。

果如上述，則被子植物之單相單性生殖，究起於何時，其原因如何，雖未能全知，但如其在二不

同種類間，強使其作成雜種時，常起此單性生殖現象。由 Jorgensen 氏（千九百二十八年）之報告，茄屬植物間，如強使其作成雜種時，即起此單性生殖，是其明例。如以 *Solanum luteum* 之花粉，使着於 *Solanum nigrum*（龍葵）之花柱時，花粉即起始發芽。由此刺激 *Solanum luteum* 之子房即行肥大，而成爲果實之形。然其雜婚的授精，則不易現。待其果實成熟後，取而檢之，僅有少數之萎縮種子。取此種子，割傷外皮，與以溼氣，亦能發芽，由發育而成一完全植物者，亦有之。再檢其染色體，則總數三十五株中，具複相之染色體者凡二十八株，其餘七株皆具單相之染色體。換言之，龍葵之卵營單相單性生殖者爲全體五分之一。其餘個體具複相之核者，亦非二者間之雜種，仍爲純粹之龍葵，毫不具 *Solanum luteum* 之性質。故龍葵之細胞，乃以特殊方法，自身發達而成胚。

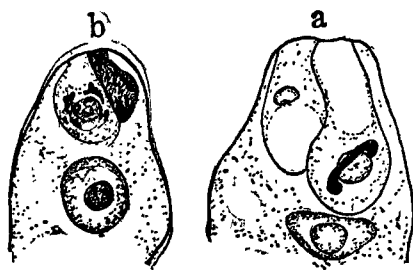
龍葵之卵由何種經過而行其單相單性生殖，由 Jorgensen 氏之研究，大體明瞭。即 *Solanum luteum* 之花粉管，由龍葵之花柱下降，達於胚珠，其尖端將胚囊破壞，管內二精核注入胚囊中，精核之一即入卵細胞內，暫時保有其形，然不與卵合一。不久即破胚而爲不規則之形狀（第十八圖），形成爲胚而繼之以細胞分裂。染色體之數約爲三十至四十，與龍葵之單相核相爲一致。龍葵之細

胞核具三十六染色體，而 *Solanum luteum* 之核乃具二十四染色體。

由上所述，可知龍葵之卵單性的發生時，*Sola-*

num luteum 之精核雖入於卵細胞之內，然歸於消失，與將來之胚發生，了無關係。最近可斯脫夫 (Kopsoff) 氏更有報告，謂煙草屬植物之各種間，使其作成雜種時，卵細胞之核為所破壞，入於卵細胞內之精核，則繼續生活而完成其變態的單相單性生殖。氏所用材料為 *Nicotiana tabacum macrophylla* 及 *Nicotiana Langsdorffii* 二種。由上述方法所得之植物，恆具其父系 *Nicotiana Langsdorffii* 之性質。其所具之染色體數，亦與父體全相一致。若是者可稱為雄性之單相單性生殖 (第十九圖)。

與上述相似者，更有所謂卵片生殖 (parogony) 現象，在動物方面，實例甚多，在植物則鮮。往



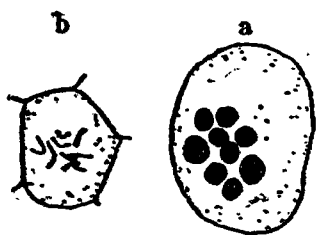
第十八圖 a *Solanum luteum* 之精核正入於 *Solanum nigrum* 之胚囊內之卵細胞，精核為細長形，密着於卵核； b 精核已崩壞而成不規則形狀。

(Jorgensen 氏千九百二十八年)

者文克勒 (Winkler) 氏對馬尾藻科植物之卵，實驗成功，曾有報告。先作成卵之破片，此種破片之中，當然有不含卵核。將精蟲注射於此種破片上，精蟲即入於其中，精蟲之核轉為胚核而成幼胚，因其為破片，故幼胚較小於正常之幼胚。

動物之卵由人為方法以使之發育者，多所報告。試舉其一例，用針刺蛙卵，可使其為單性的

發展。對於植物，近年亦有人應用之。物脫斯坦因 (F. v. Wettstein) 氏以一種雌雄同株之植物產於泥溝中者為材料，此植物之同一株上，有藏精器及藏卵器，其減數分裂起於授精後，在藏卵內所生卵孢子之發芽時。氏於實驗之前，先除去藏精器，使其不能授精，再將其置於硝酸鉀溶液中，然後以針刺其藏卵器，約二分間，再復置於正常之培養液中，藏卵器即次第伸長，得為通常體形。以同一方法，施之於藏精器，亦得同一之結果。由此試驗，可知藏卵器及藏精器皆可使其為正常狀態之發



第十九圖 於 *Nicotiana tabacum macrophylla* 之花柱上，着以 *Nicotiana Langsdorffii* 之花粉，所生成植物之染色體(由雄性單相單性生殖所生成者)：

a 花粉母細胞； b 根端細胞。

(可斯脫夫 千九百二十九年)

生。至於以硝酸鉀溶液漬之者，目的僅在針刺時防止原形質之流出而已，並非用此硝酸溶液，即能使其起單性生殖也。