

科學圖書大庫

最新生物學(下)

生命的探討

譯者 孫克勤

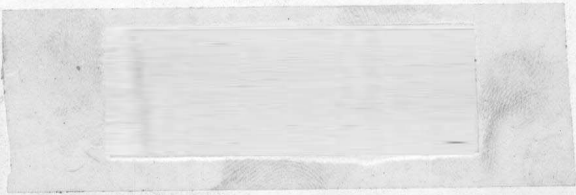
徐氏基金會出版

科學圖書大庫

最新生物學(下)

生命的探討

譯者 孫克勤



徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年八月二十七日初版

最新生物學(下)

生命的探討

基本定價 5.00

譯者 孫克勤 東海大學生物系教授

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 太原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號
電話：3611986・3813998

序

當第三版的“生物學：生命的探討”一書呈現在你面前時，亦正是生物科學、學生與老師的性質和期望，以及人們對於人在大自然地位的觀點，都發生巨大改變的時候，我們即將進入的世紀，有很多的名詞來形容它，從“工業化後期”以迄“水瓶宮世紀”(Age of Aquarius)等等，不一而足。但是，在這些舞文弄墨的辭藻的背後，大家都體會到愈來愈注意大自然以及人在大自然中的地位。很快的，正確的生物學知識，已在人類今日以及未來的生活中，成為一項最重要的而且必備的知識。

我們當編寫本書時，就牢記上述各種因素，希望書中所採取的新方向，能對此有所裨益，和第二版相比，無論在組織、分量、階層、以及重點方面，本書都做了重大的改變。

在組織方面最重要的改變，是將課本和實驗探討綜合為一體。這一點當可加強學生的認識——生物學的成長，直接由實驗室和野外的觀察和試驗而來。

課本的部份曾經大刀濶斧的加以修訂和精簡。因此，新的課本包括探討部分，二者加在一起，其分量和第二版課本的分量，大致相同。各章的順序亦曾加以更改，動物部份移至植物部份的前面；遺傳、發生、和演化成一個單元；有關生態學各章則提前討論。環境事務的敘述散見於全書各部份，而且專設一章詳加討論之。新的重要一章名叫“生物與環境”，將生物學的各項原理，作一廣泛介紹，使學生能夠早一

點對生物學的整個光譜系列有所認識。

舊版中若干章則，例如生物化學、分子遺傳學、以及族群遺傳學等，其過於詳細的部份，均曾加以刪減。雖然，對於上述各章節材料的瞭解，就熱心向學的學生而言，並無什麼困難；但是，有一項明確的事實，即在一個課程中，並不是要將所有可以理解的材料，全部列入。而且在事實上，亦是無法辦到的——例如時間就是一項限制因子。我們現在正參加下一步革命性的重要生物學教育工作：就是要發展各級學校——包括小學、初中、高中、大學——的統一課程。我們已經開始尋找種種課題，包括我們認為最適於第十年級水準的材料在內，這項發展會將課文中同一課題循環性的重複——加以刪除，這類重複通常是在同一的水平辯來辯去，使得大多數學生，感到無比厭煩。

最後，新版書亦要求個別學生從事主動的參予，對於實驗室工作以及問題解答的相對重視，有顯著的增加。此外，我們亦添加了一些新的東西：例如在每章之末都列有自學輔導的項目，這些建議一方面可以引發學生對生物學的個人研究興趣，另一方面亦將他們所學的生物學知識，和自然世界以及人類社會連繫起來。

摩爾 (John M. Moore)

歐爾森 (Ingrith Olsen)

目 錄

貳 植物 (續)

第二十章 植物的歧異

第一節	藻類的重要	4
第二節	蘚苔類	5
第三節	植物如何適應陸地生活	6
第四節	蕨類	9
第五節	木賊與石松	12
第六節	種子植物	12

第二十一章 真菌類—黴菌、酵母菌、蕈

第一節	粘菌類	24
第二節	真菌類	27
第三節	真菌類的重要性	27

第二十二章 細菌與病毒

第一節	細菌生物學	37
第二節	細菌的生殖	41
第三節	病毒的發現	41

第二十三章 重要的微生物

第一節	有害的細菌	46
第二節	疾病的控制	50
第三節	微生物引起的其他問題	54
第四節	有益的細菌	54

第三篇 交互作用

第二十四章 動物的行爲

第一節	動物行爲的研究	58
第二節	研究動物行爲所發現的問題	59
第三節	行爲的穩定類型	60
第四節	行爲的變化類型	67
第五節	人類的行爲類型	72
第六節	一生中行爲之改變—發育、睡眠、與	

甦醒	73
----	----

第七節 動物行爲的若干結論	75
---------------	----

第二十五章 大自然的抑制與平衡

第一節	生態系的無生物因素	89
第二節	生態系的生物因素	94
第三節	生態系中的物質循環	96

第二十六章 生物的群落

第一節	海洋中的生物	110
第二節	陸地的生物	112

第四篇 生命的延續

第二十七章 遺傳的類型

第一節	孟德爾的貢獻	138
第二節	遺傳學中的機率	147
第三節	人類遺傳	154

第二十八章 染色體、基因、DNA

第一節	基因在那裏?	159
第二節	基因是什麼?	169

第二十九章 發生的分析

第一節	發生的四個步驟	178
第二節	兩生類胚胎的發生	181
第三節	發生—由於先成? 或新生?	186
第四節	分化問題	188

第三十章 生物的演化

第一節	地球的日記	193
第二節	古生代的生物	203
第三節	中生代的生物	206
第四節	新生代—噴乳類世紀	208

第三十一章 達爾文演化論

第一節	達爾文的天擇說.....	213
第二節	演化、遺傳與環境.....	217
第三節	演化的證據.....	221
第三十二章 演化的機制		
第一節	族群中對偶基因的頻率.....	227
第二節	族群如何改變.....	230
第三節	種的起源.....	232
第四節	遺傳品系的改進.....	234
第三十三章 人類的演化		
第一節	尋找人類的起源.....	238
第二節	重建人類的過去.....	242
第三節	今日的大自然.....	252

第四節	尋找答案.....	252
第三十四章 文明的演化		
第一節	巨大的改變.....	257
第二節	文明演化及其前途.....	264
第三十五章 人類的前途：進一步研究的觀念		
第一節	可更新與不可更新的資源.....	270
第二節	如何使生態系重返平衡？.....	282
第三十六章 時間及生命的展望—由分子到人類		
		289

貳、植物 (續)

第二十章 植物的歧異

本章將為你介紹生存於今日世界的許多種類的綠色植物，正像在第16章中觀察動物的歧異一樣，本章應為一項獨立的研究，在時間允許範圍內儘量多多觀察植物。學校實驗室中當有不少的植物，你也可以再從池塘、河流、樹林、田野、和空曠地方採集到標本，只要有一個地方呈現綠色，就可以採集到標本。在事實上，凡是人類未曾修鋪道路、開礦、建築房舍和停車場之處，綠色植物就是生命存在的最顯明的例證。

植物亦像動物一樣具有學名，玉蜀黍的學名是 *Zea mays*，沼澤區域所生長的貓尾草，學名叫做 *Typha latifolia*；美國西部的巨樹紅檜學名是 *Sequoia sempervirens*；常見的蒲公英，學名則是 *Taraxacum officinale*。

綠色植物亦像動物一樣可以分為幾個大的門類，以下所到即各大門類的普通名稱：

- | | |
|--------|----------|
| 1. 藻類 | 4. 木賊類 |
| 2. 蘚苔類 | 5. 裸子植物類 |
| 3. 石松類 | 6. 開花植物類 |

上面的順序，是依照體制構造的簡繁而列的，以最簡單的植物(1)開始，直到最複雜的(6)。這樣的順序，研究起來甚屬便利。

【探討 20-1 綠藻】

材料

活的單胞藻的純培養液
活的間生藻的純培養液
活的或浸製的石蓴標本
間生藻有性時期的示範標本片
載玻片
蓋玻片
複式顯微鏡
醫用滴管(吸管)
解剖針
碘液

【實驗設計】

用滴管吸取單胞藻培養液一滴，放在載玻片上，蓋以蓋玻片，先用低倍鏡檢視，尋找活動的細胞，然後換用高倍鏡以觀察其詳細構造。1. 根據你的觀察，解釋何以將單胞藻列於動物之類？2. 單胞藻何以亦可列為植物？繪一個單胞藻，表示顯微鏡下所見到的各種構造。3. 假如載玻片上的水分蒸散了，單胞藻會發生什麼變化？

間生藻是一種日常習見的淡水藻類，因為它很普遍，所以很容易得到新鮮的材料。試將此綠藻之構造與單胞藻作一比較。4. 那一種的構造比較複雜？

用解剖針的尖端，將間生藻的細絲少許，置潔淨載玻片的水滴中，先用低倍鏡，後用高倍鏡觀察之。

細胞內最顯著的構造就是葉綠體。5. 試敘述葉綠體之形狀。6. 間生藻的細胞如何排列？7. 如將細絲從水中取出放在乾燥表面上，會發生何種現象？

按照探討 3-2 (圖 3-7) 之法滴一滴碘液於蓋玻片下，8. 細胞的何部存有澱粉？找出一個膨大的細胞，其細胞質貯存大量食物者，這就是雌性生殖細胞。如果新鮮的間生藻中沒有生殖時期的構造，可以參考示範的玻片標本。9. 在受精以後，這細胞稱作什麼？10. 受精後又叫做什麼？在這生殖細胞的一側，找出它的小孔。11. 小孔之機能為何？找出產生精子的細胞。12. 試將產生精子的細胞與產生卵的細胞作一比較。

尋找藻類另一適當的場所是池塘的水，有些池塘，在水面上常常會現出綠色的泡沫，泡沫中主要的是含有藻類。你如發現此類泡沫，就用玻璃缸採集一些，常回實驗室從事顯微鏡觀察。如果他水中看來好像沒有藻類，可從底部採取一些水和泥渣，放在玻璃缸中，帶回實驗室而置於靠近窗子處，數日後，你就可能發現有綠色的部位出現了。

這一類的培養液中，亦含有原生動物和其他微小的動物，圖 20-1，20-2 表示你可能看到的植物，同時並參考後面有關章節，畫出所見到的各種生物

的簡圖。

根據你對池水中所培養的生物構造和行為之觀察所得，試分辨其中那些是動物，那些是植物，它們是怎樣進行其生活作用的。當一個人看到陌生的生物時，很自然的就會問：“這是什麼？”但是，你會覺得更有興趣的問題則是：“它如何生活？”

目前為止，所討論的藻類，大都是單細胞或小的群落。不過，有些海生藻類，稱作海草的，體型可能很大，石蓴就是在美國大西洋和太平洋的潮池中所常

見的一種海草（圖 20-3）。

取石蓴的標本觀察之，你如何將其與熟悉的開花植物作一比較？石蓴有葉嗎？有莖、根、花嗎？

石蓴具有很有趣味的的生活史，所談生活史是指一個生物從受精開始，經過生長、發育、成熟後，新個體又產生卵和精子的一段過程。瞭解了石蓴的生活史，將有助於對高等植物生活史的瞭解。

在敘述石蓴的生活史以前，先複習一下我們已知

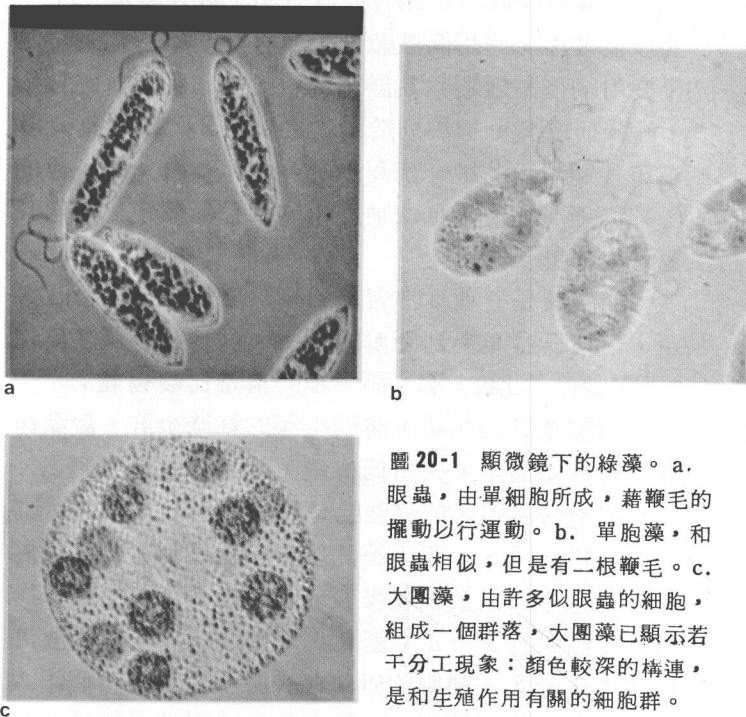


圖 20-1 顯微鏡下的綠藻。a. 眼蟲，由單細胞所成，藉鞭毛的擺動以行運動。b. 單胞藻，和眼蟲相似，但是有二根鞭毛。c. 大團藻，由許多似眼蟲的細胞，組成一個群落，大團藻已顯示若干分工現象：顏色較深的構連，是和生殖作用有關的細胞群。

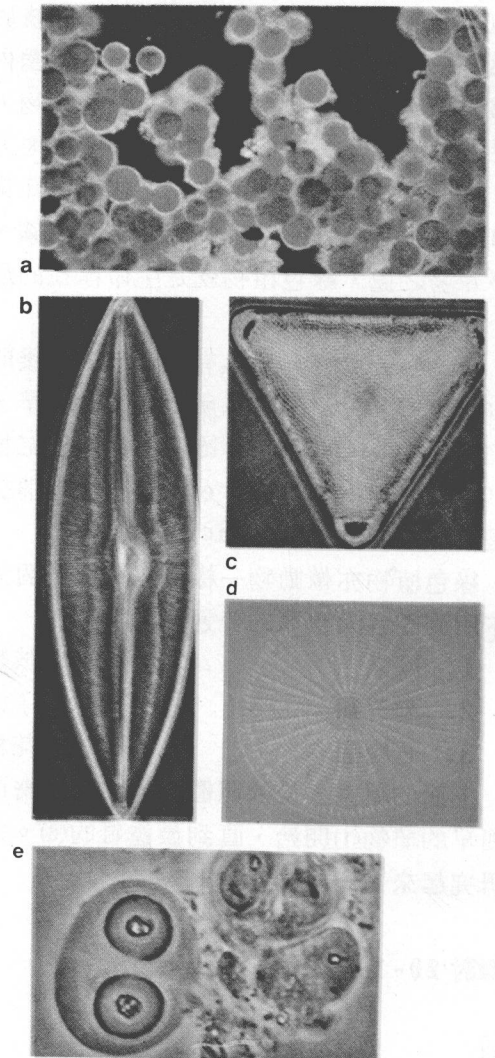


圖 20-2 藻類並非全為綠色者，有些藻類其執行光合作用的色素並不像大多數熟悉的植物，是綠色，却是紅色，黃褐色、或藍綠色，例如 a. 紫藻（*Porphyridium*）就是紅藻的一種，注意由許多細胞構成一個群落；b、c、d 為黃褐藻類，一般稱為矽藻類（*diatoms*），它們的細胞壁中含有矽質，為玻璃中的主要成分；細胞壁上常具有美麗的幾何因素；e. 藍鼓藻（*Gloeocapsa*），為藍綠藻的一種，是所有藻類中最原始者，其染色體不含於核內，而分散在細胞質中。

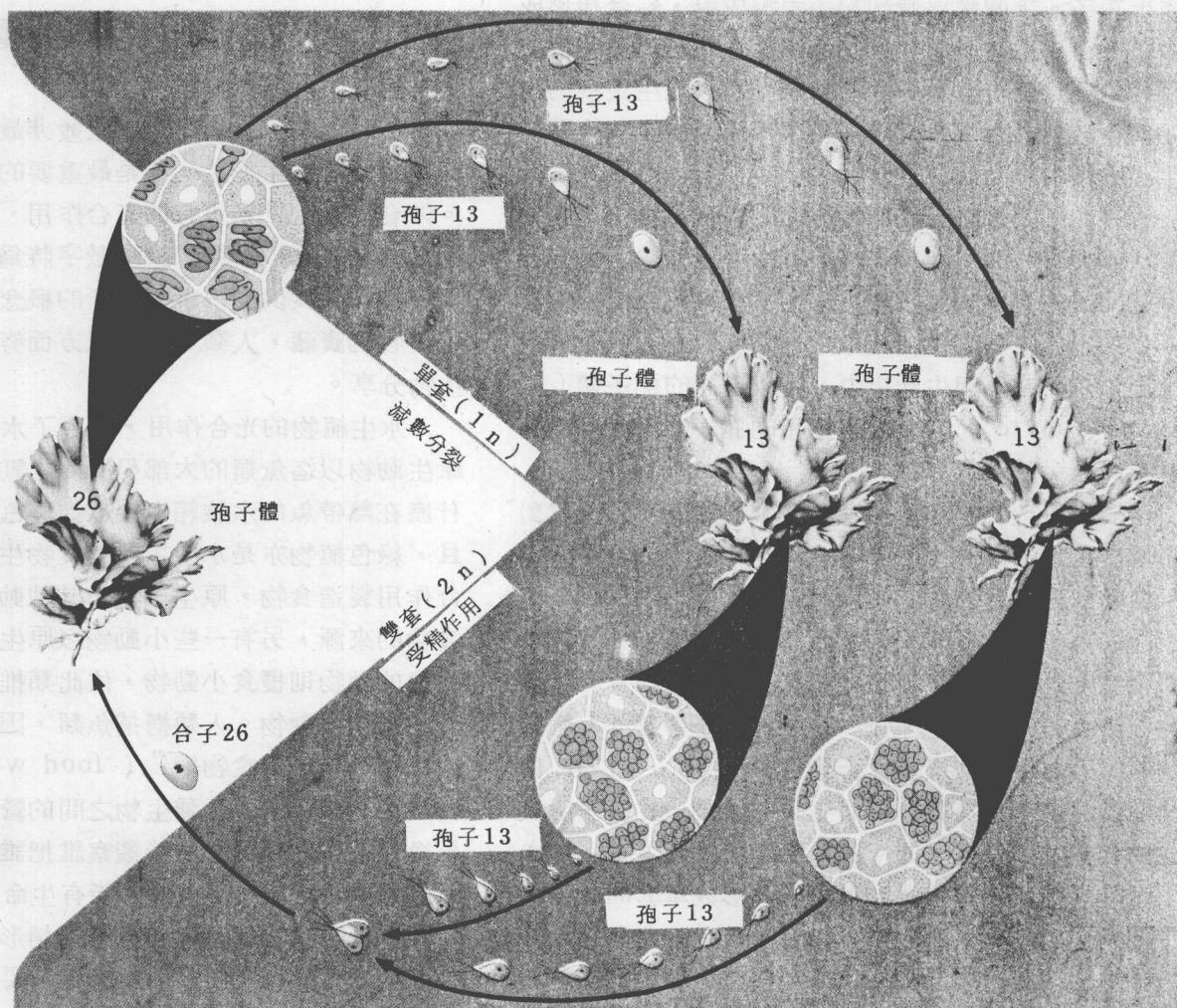


圖 20-3 不專又稱海莴苣(圖左)為海岸潮池中常見的一種綠藻，它的生活史中包括世代交替現象(圖下)，注意其孢子體之外形非常類似，它們的染色體數目和生殖細胞的種類有何區別？

的有關人類的生活史的過程，第七章中講過我們的身體細胞具有雙套的染色體，雙套的細胞當形成卵或精子時，需要經過特殊的分裂過程，稱為減數分裂，使染色體的數目減半，結果，每個成熟的卵和精子，只含有單套的染色體。

你如能得到新鮮的石蓴，就可以看到其生活史的某些部分。首先，取新鮮植物體的碎片，在顯微鏡下觀察之，你會發現，細胞的構造，並非完全一樣，其中有些可能正在向水中釋出活動性小細胞，幾乎當這些小細胞釋入水中的同時，就能自由游泳。如果耐心的觀察下去，就會看到其中有的會兩兩成對，互相結合而形成一個細胞。我們稱這種變化是受精，為有性生殖作用中的一個階段，其結果，產生一個合子。

將可能找到的合子加以分離，石蓴的合子，亦和其他海生植物的合子一樣，短時間內就要開始其生長。其生長速率可能很緩慢，但是，我們仍能看到它生

長為一個新植物體。新植物的構造與自潮池中所採到者完全一樣。至此，我們就可以得一結論：好像已經回到生活史開始的時期了。

但是，事實並非如此，讓我們繼續的觀察下去，讓新的植物體長大成熟，如果運氣好而且有耐心的話，就會看到這一代的生殖細胞之形成。除了鞭毛的數目不同以外，這些生殖細胞的形態和孢子細胞非常相似，但是，行為却和孢子細胞完全不同，我們不管觀察多久，它們從不成對的互相組合。

這些生殖細胞不是配子而是孢子，是無性的生殖細胞。石蓴的孢子雖然亦經減數分裂而形成，但是並不受精，並不結合，如果我們將其培養，它們先丟棄其鞭毛，然後進行分裂而生長，成為新植物體，其外形和自潮池採得的以及自合子演發的，完全一樣。

在它的生活史中，必定具有二個世代，雖然外形相似，但是其中的一個世代只產生配子，而另一世代只

產生孢子。我們曾經看到配子兩相成對，結合後形成合子，合子生長，而長成爲能夠產生孢子的植物體；每個孢子又能發育爲一個植物體，然後產生更多的孢子。生活史於此宣告完成。這是一個具有世代交替的生活史。

在此，我們應當爲植物界之“世代交替”(alternation of generations)下一定義。首先，世代交替的現象發生在其有兩個多細胞時期的植物體（例如上述之石蓴），其中之一產生配子，另一則產生孢子，而在整個生活史中，產生配子的配子體(gametophyte)，與產生孢子的孢子體(sporophyte)交替進行。

二個世代的細胞，所含染色體的數目不同，試對石蓴之生活史作一複習，即可得到瞭解（圖20-3）。讓我們從石蓴的配子與受精開始。

石蓴(*Ulva lactuca*)的每一個細胞，其核中都含有13個染色體，這是單套，或簡寫作 n 。二個孢子結合後形成合子，每一配子爲合子帶來13個染色體，因此合子就成爲雙套染色體， $2n$ ，即26個染色體。合子行有絲分裂而生長，結果，由合子所長成的新植物都是雙套的。此類雙套植物體（孢子體）中之某些生殖細胞經過減數分裂而形成單套的孢子，每個只含13個染色體， n ，後來經過有絲分裂而長成爲單套的新植物體（配子體），後來，體內的某些細胞，就產生單套的配子。至此，我們就回到了生活史的起始之處。

其他的海草類，表示在圖20-4中（並請參閱後面章節各圖）。

第一節 藻類的重要

一般而論，藻類在地球上並非最顯著的生物，但是，最顯著的生物往往不是最重要的，藻類就是如此。你會猜想到世界所有的光合作用，海水及淡水中的藻類共佔了90%嗎？這項數字將爲世界人口增加時如何提高糧食供應一事提出新的概念，海洋中擁有大量食物的寶藏，人類可以向這方面努力，以與海中的生物分享。

水生植物的光合作用，供應了水中各種動物，從原生動物以迄魚類的大部份所需之氧，這就是我們爲什麼在熱帶魚的水族箱中要放進綠色植物的原因；而且，綠色植物亦是水中主要的食物生產者。藻類藉光合作用製造食物，原生動物和其他動物攝取藻類作爲食物的來源，另有一些小動物以原生動物爲食，而較大型的動物則攫食小動物，依此類推，一直到海洋中的巨大掠食動物。人類撈捕魚類，因此在此食物網上也插上一手。“食物網”(food web)一辭，用來表示在一個群衆中各種生物之間的營養關係，通常都是從綠色植物開始，然後觀察誰把誰吃掉了。顯然的，海中如果沒有藻類，就不能有生命，正像陸地上如果沒有綠色植物就不會有生命的情形一樣。

你或許會對我們日常生活有重要性的藻類之數目感到驚訝，住在美國的人民，大部份都有各式各樣豐富的食物，但是，美國二億多的人口，只是全世界人口總數的小部份，而對廣大的人口而言，食物的供應常常是一項嚴重問題，而且，幾乎任何一項可能的物

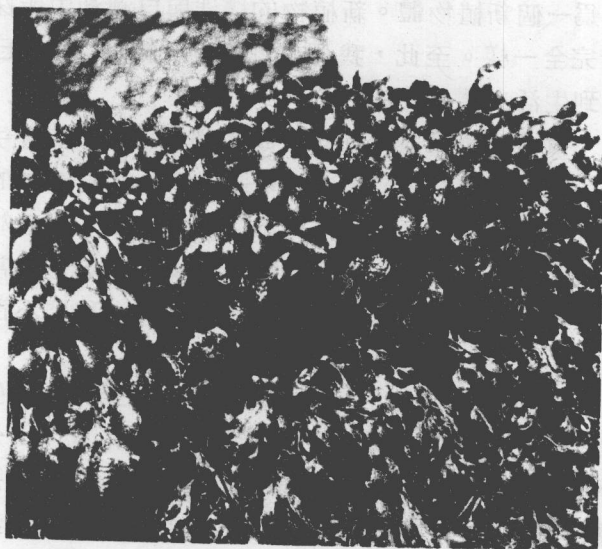


圖20-4 石衣藻(*Fucus*)海濱岩石上常見的一種褐藻(圖左)。
一團紅藻，被海浪冲到沙灘上(圖右)。

質都被用來作為食物，因此，在世界上有億萬的人民，採取各樣的藻類，作為其穩定的食物供應。

通常用作食物的藻類是昆布，在這些褐藻類之中，有些是世界上最長的植物之一。它們生活在美國北部的沿岸，在潮區以外的深水中，能夠生長到 60 公尺以上的長度，雖然，它們所含的熱能，比同重量的玉蜀黍、小麥、稻米及其他穀類為少，但是，它們却含有大量的礦物質和一些重要的元素，例如碘、鉀和氮等，這些元素使褐藻除了可供食用之外，還可作為肥料之用。

由褐藻和紅藻提取的物質（圖 20-4）已被廣泛的利用，其中之一即是瓊脂，可用來在實驗室中配製細菌及真菌等的生長培養基。另一種物質是藻素（algin），在冰淇淋的製造過程，使其顯現軟滑的形態；此外又可用在修面軟膏和洗髮粉中作為一種水溶性底質，亦可當做假牙的模版物。在很多食物，特別是在速成布丁，餡餅、蜜餞、糖果中，都會有此類由海藻製造的物質。

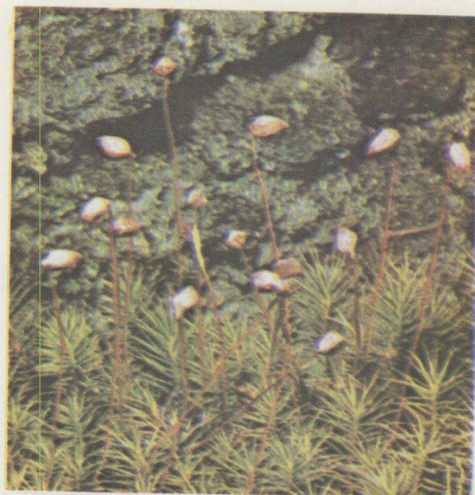
矽藻僅次於細菌，為世界上最多的生物（圖 20-2 b、c、d），它們構成了海洋中浮游生物（plankton）的絕大部份，浮游生物體型微小，在海水中漂來漂去。矽藻類為其他海洋生物的主要食物來源。

大多數的矽藻是單細胞生物。它們的細胞壁，幾乎無法以化學作用將其破壞，乃因其中有一部分是由二氧化矽所組成，這是一種製造玻璃的化合物，因此，我們可以說：矽藻是住在玻璃房子中。上古的海洋，就有大量的矽藻細胞壁沉積，後來，這些沉積層上昇，海水被排斥，化石的矽藻的沉積物，稱為矽藻土（diatomaceous earth）的，可以達到 3,000 呎以上的厚度，矽藻土的性質與玻璃具有相類的物理性質，可用來作為鍋爐和蒸汽管的絕緣物，而且亦可用來在金屬磨亮粉中和某種牙膏粉中作為摩擦劑；此外，它在工業上的主要用處，是在精製糖和精煉汽油時，能將其中的雜質濾出，由此可知，即使是化石藻類，對人類也是重要的。

陸地上相當乾燥的環境，亦有少數的藻類生存，試將磚牆上陰暗潮溼的綠色薄層刮取少許，放在顯微鏡下觀察之，就可以看到它們。普通所說“樹的北側所生長的蘚苔”，其實亦是藻類。

第二節 蘚苔類

以下所討論的是另一群重要綠色植物，蘚苔植物，它們能在地面生存（圖 20-5，以及後面章節之



a



b



c

圖 20-5 (a)苔類 (Cryptogam 屬)，
(b)雄的蘚；(c)雌的蘚 (Marchantia 地錢屬)。這些原始陸生綠色植物，通常生長在陰溼山谷的岩石和土壤上。

圖)。

【探討 20-2 苔類——原始陸生植物】

材料

有孢子體的苔類植物

有雄性生殖器官的苔類植物

有雌性生殖器官的苔類植物

4 株新鮮的苔類植物

解剖針

載玻片

蓋玻片

複式顯微鏡

苔類絲狀期的示範玻片（全包埋）

在森林中，你可能看到苔類植物一簇一簇的叢生在木頭上或地面上，它們在陰溼的地方長的最好。如果不細心的觀察，你就不會發現它們亦像石蓴一樣具有顯明的世代交替的生活史，它們具有一個世代（孢子體）以產生孢子，而也有另一個世代（配子體）以產生配子，二個世代互相交替。（圖 20 - 6）石蓴的二個世代，雖然染色體數目各異，但是外形相同。苔類的二個世代，染色體數目和植物的外形，均不相同。

你所看到的一簇簇苔類植物，是由許多配子體所組成，為數眾多的配子體，從配子體的頂部生出，看起來好像一叢叢的針從苔類植物群生出來。

【實驗設計】

取帶有孢子體的苔類植物，將孢子體的絲狀柄自配子體的葉頂拉出，二個世代就此分開。

苔的孢子體部分具有一個平滑無葉之莖，其末端為一小形之蒴，用解剖針將孢子體的蒴剖開，置於載玻片之一滴水液中，蓋上蓋玻片。1. 在顯微鏡下你看到什麼構造？2. 在自然的情況下，這些東西怎樣從成熟植物體散播？孢子自蒴散出後，可以生存數月之久，並及時發育為新配子體。圖 20 - 6 將有助於將你直接觀察活的苔類所得的概念，綜合在一起。

大多數苔類的孢子在潮溼的土壤中萌發，然後生出絲狀的構造，看起來很像是一個藻類的枝狀分歧而不像苔之一部分，接著，從絲狀體上生出配子體帶葉之莖，能進行光合作用。3. 此帶葉之莖如何獲得其生長必需之水分和無機鹽類？

配子體因其具有生殖器官能夠產生配子而得名。讓我們來觀察這生長在帶葉的莖部頂端的性器官，研究生殖器官最好的方法，是將它們從頂部解剖或是擠出來，取一雄性或雌性植物，使其頂端夾在你的拇指與食指之間，壓擠其頂部並同時將其在二指之間轉動，然後將其浸入載玻片的水滴中，用解剖針將頂部的碎片剝下，其中有些碎片就是生殖器官。以同樣的手

續應用於苔的雄性和雌性植物體。每一植物體的碎片上蓋以蓋玻片，置於顯微鏡下以低倍鏡觀察之。

雄性生殖器官是簡單的囊狀構造，它們產生大量的精細胞。雌性生殖器官為瓶狀，而有細長扭曲的頸，基部膨大，內含一卵。

4. 精子如何到達卵？你認為苔類可以生長在水分缺乏或完全乾燥的地方嗎？5. 解釋之。受精作用為精子與卵之結合，結果產生合子。6. 合子在何處形成？7. 當合子演發時，會變成什麼？8. 苔類的世代交替中，那一世代較佔優勢而為獨立生活的世代？9. 較不顯明的是那個世代？現在，根據你的觀察，以及圖 20 - 6 的資料，你就可以將苔類的整個生活史，加以完成了。10. 一個苔類植物的生活史（有世代交替），如何與人的生活史（沒有世代交替）作比較？

第三節 植物如何適應陸地生活

一般相信在很久之前，所有的綠色植物都生活於海洋之中，後來經過悠長而持續的演化，才產生陸地生活的種類。當它們在陸地生活時，遭遇到的是些什麼問題呢？首先，最大的問題是必須獲得水分，陸生植物並非浸在水中，因此必須從土壤中吸取水分；第二個問題是水分的保留，陸生植物的構造，必須要減少水分向空氣中的散失。第三個問題是如何自空氣中（不是水中）吸收光合作用所需要的 CO_2 。植物如何成功的解決這些問題，其確實情形，我們尚不知道，但是，當我們比較藻類的構造和苔類、蘚類的構造作一比較後，就能夠提出一些假說來。

水分的吸收與保存

所有的苔類和蘚類的身體，都是多細胞的（圖 20 - 7），在陸生的環境，多細胞的體制有何優點？讓我們回溯一下單胞藻的單細胞構造（圖 20 - 1），一個單胞藻的細胞，將其全部表面都暴露在所生存的水的環境中，因此，水分，溶解的碳酸鹽類，以及其他礦物質都能經過細胞表面而擴散到細胞之中。但是，如果將單胞藻放置在陸地的環境會如何呢？細胞的整個表面就會成為蒸散水分的地方，因為它很少有機會來補充喪失的水分，細胞很快就會乾枯而死。

假若這樣的單細胞生物，在暴露的空氣中不能生存，那麼，一種多細胞的生物像是蘚類如何能在陸地上生存呢？試取蘚的橫切面觀察之（圖 20 - 7），看到它有好幾層細胞的厚度，它的身體雖然由成千成萬的細胞所構成，但是極少比例的細胞，其表面直接

苔類的生活史

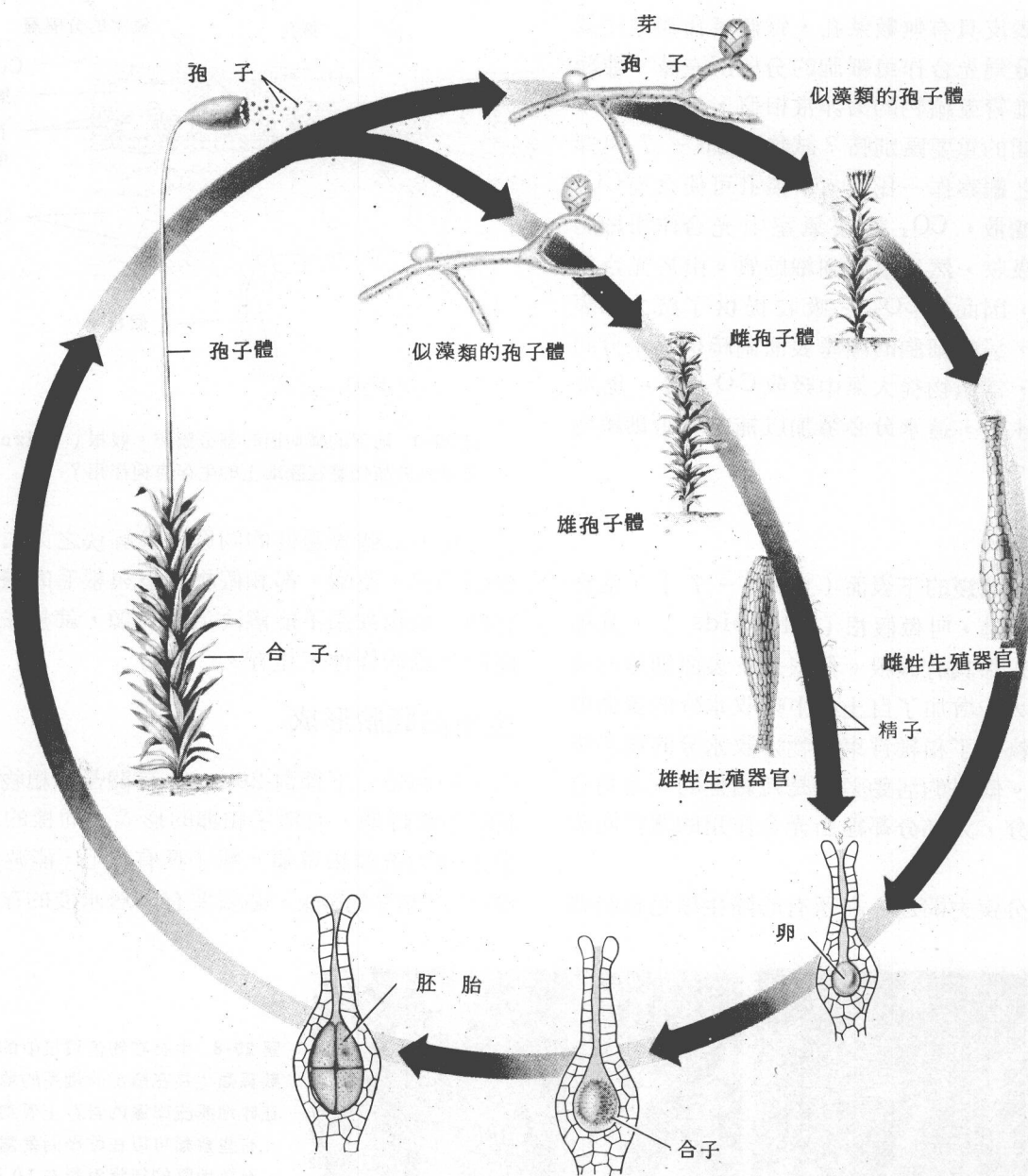


圖 20-6 試將苔類的生活史與石蓴 (圖 20-3) 的生活史作一比較。由於適應陸地生活的結果，苔類的生活史的石蓴的生活史有些什麼區別？有什麼證據顯示苔類是由水棲的遠祖演化而來？

與乾燥空氣相接觸，而單胞藻的細胞表面却是 100 % 暴露於外界環境。因此，在多細胞的生物體，其蒸散水分的細胞表面的相對量，要比單細胞生物為少。此外，苔蘚類表面細胞的蒸散率，又因其具有一層臘質的構造——即角膜 (cutin) 而大為減低。(這種物質亦覆蓋於一些較高等的植物的葉與莖的表面上。)

某些蘚類和苔類，生長於岩石與樹木的表面上，具有更為特殊的適應方式，在某種情況下，它們可能變得非常乾枯，而致脆弱不堪 (20-8)，但是，如果有雨水或其他水分的滋潤，很快就會轉為綠色，

並繼續進行其正常的生活作用。

二氧化碳的吸收

石蓴以及所有其他水生藻類，能夠直接自水中吸收其光合作用所需之碳，海洋中有豐富的溶解 CO_2 、離子化碳酸鹽類以及酸性碳酸鹽類。但是，陸地的情形却大不相同，大氣中 CO_2 的含量只有 0.03 ~ 0.04 %。因此，陸生綠色植物必須具有精密的構造以充分吸收 CO_2 ，圖 20-7 中，你可以相到一種蘚類——地錢 (Marchantia) 體內 CO_2 吸收系統的

例子。

地錢的上表皮具有無數氣孔，每個氣孔都通往氣室，其中一部分為光合作用細胞的分枝所充滿。地錢的構造和陸生維管束植物的葉非常相似，（但是，你能找出它們之間的重要區別嗎？試將圖 20 - 7 與探討 10 - 7 葉之觀察作一比較。）氣孔可使含有 CO_2 的大氣向內部擴散， CO_2 就被氣室中光合作用細胞的潮溼表面所吸收，然後擴散到細胞質。由於光合細胞呈分枝排列，因而為 CO_2 之吸收提供了廣大的表面。遺憾的是，這些細胞的潮溼表面同時也讓水分向外蒸散，因此，當植物從大氣中吸收 CO_2 時，也散失大量寶貴的水分，這水分必須加以補充，否則植物即將凋萎而死。

水分的吸收

如果你觀察地錢的下表面（圖 20 - 7），就會看到它的吸水構造，叫做假根（rhizoids）。其他的蘚類和苔類亦都具有假根。假根是下表面細胞的長形突出物，大大的增加了自土壤吸收水分的表面積。因此，假根執行了和維管束植物吸收水分的根和根毛同樣的機能。假根的活動必須是持續性的，因為它們所吸收的水分，大部分都經由光合作用的器官而蒸散了。

地錢的水分喪失問題，在所有的陸生綠色植物都

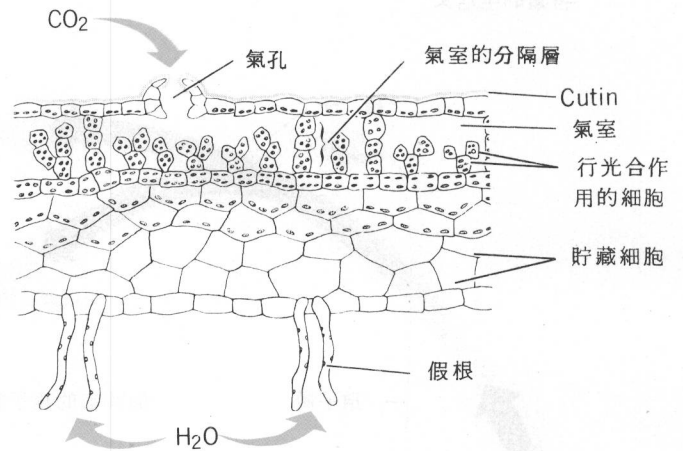


圖 20-7 地下的橫切面的部分圖解。假根（rhizoids）和角質層對於植物體在陸地上的生存有何作用？

是一樣，這個普遍性的問題，其解決之方法，却是隨植物而異。不過，都和假根或根與根毛的機能的效率有關。植物如果不能解決這項問題，就無法在地球表面的苛酷的條件下生存。

生殖與胚胎形成

你不妨回憶一下探討 20 - 2 有關苔類植物的觀察，其配子體時期，有精子和卵的形成。同樣的過程亦見於所有的苔類和蘚類。精子具有鞭毛，能游向卵，這顯示為了精子的游泳，必須要有一層水液的存在。當精

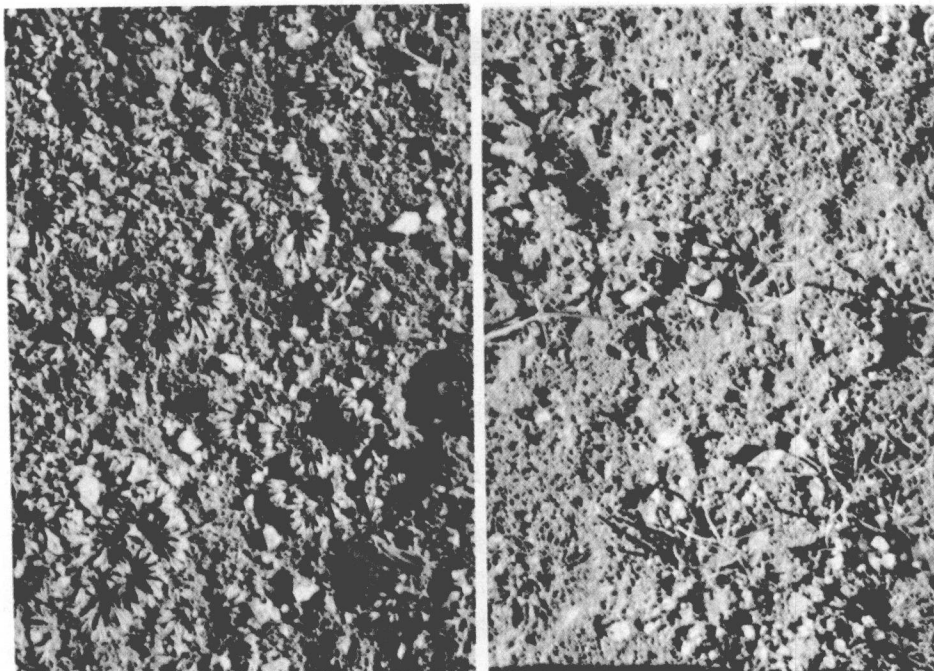


圖 20-8 生長在艱苦環境中的蘚類。大多數蘚類生長在蔭涼而潮溼的地方，你可以在林地溪流岸邊的岩石上看到它們。但是，有些蘚類可以在乾燥而暴露的地區生活，而該地區的年降雨量在 10 吋以下。在一年當中大部分的時間，這些蘚類都是近於休眠狀態而不活動，一旦甘霖沛降，蘚類就立刻變為生機勃勃而開始生長，結果就形成微小的綠色的地毯(a)。b 圖表示同樣的土壤，後來乾燥了，有一些別種植物蔓延過來，而蘚類都捲曲起來，很難和土壤區別了。許多生物都具有與此類似的行為型式，它們生活在看來十分艱苦的地方，但能在短暫的合宜條件下進行其活躍的生理和生長，每年中的其他時間為其休眠期間（圖中所示的蘚類，均為自然大小者）。

子與卵行受精後，就在雌性生殖器官中形成一個合子，合子分裂後，就成為胚胎，仍深藏於雌性生殖器官的內部。雌孢子體的保護構造，不但庇護了卵、合子，同時也保護胚胎，使它們不致受到乾燥以及機械性的傷害。

這項安排，對於苔類蘚類成功的能在陸地生活的適應上，具有重大的意義。事實上，所有陸生綠色植物都具有類似的安排，總是精子趨向卵而運動，而合子形成於雌性生殖器官的內部。

苔蘚類的世代交替

當你觀察綠藻類的石蓴時，我們已經指出它和許多其他藻類都有世代交替的現象。石蓴的二個世代，其主要之區別，在於染色體數目的不同，二者之外型則完全相似（圖 20 - 3），都能自製食物，而在潮池中獨立生活與生長。

苔蘚類的情況就不同了，雖然它們的生活史也是配子體和孢子體互相交替的。但是二個世代無論在構造上和生理上都大不相同。在探討 20 - 2 中，你觀察到苔類的綠色枝條產生生殖器官和生殖細胞，因此，綠色枝條即為苔的成熟配子體；孢子體著生在配子體上，二者的外形大不相同，這表示當水生植物為了適應陸地生活，其配子體就變成居優勢的世代了。而在另一方面，孢子體的構造大為退化，而在配子體上行部分的寄生生活，縱然如此，孢子體世代在苔類的生存上仍然有其重要性，它在特殊的孢子蒴中形成大量具抵抗惡劣環境能力的孢子，能夠很輕易的從蒴中散出而播送至地面，孢子萌發，就生出類似藻類的配子體時期，然後成長為有葉的配子體，能夠產生配子。至此，生活史又回復到配子體世代（圖 20 - 6）。

染色體的改變，發生在受精和減數分裂的時候。這些改變和石蓴生活史所見者大致相當（圖 20 - 3）。受精卵代表了孢子體世代的第一個細胞，而由減數分裂所產生的孢子，則代表配子體世代的第一批細胞。

大多數的苔蘚類都很細小，沒有長到像習見的開花植物那樣大，你能說出原因嗎？試將圖 20 - 7 與開花植物的構造作一比較，你可能會提出一些假說來，這是思考動物和植物所遭遇的許多一般性問題的一個有趣之點。舉例而言，試為解釋渦蟲和其他扁蟲類體型細小一事提出一些假說來，然後，將這些假說與上述有關苔蘚類的概念作一比較。

第四節 蕨類



圖 20-8 蕨類（*Athyrium* 屬）為溫帶森林中常見者，大形而多次分枝的葉，是許多蕨類植物顯著的孢子體世代的特徵

下面所要討論的植物，是蕨類（圖 20 - 9），其中包括一些體型巨大的種類。事實上，蕨類中有所謂樹蕨（請參閱 P. 298），你如對蕨類為何能夠長得高大有概念，就可能對苔蘚類為何總是細小的問題，獲得較佳的瞭解。

【探討 20-3 蕨類——原始維管束植物】

材料

整株蕨類植物
有孢子囊的蕨葉
蕨的活配子體
蕨莖橫切面的示範玻片
蕨類配子體的示範玻片
載玻片
蓋玻片
複式顯微鏡
實體解剖顯微鏡

【實驗設計】

第一部 孢子體

觀察由土壤中小心挖出的一株完整的蕨類植物，注意其橫生的地下莖、根、和葉，此為蕨類生活中的孢子體時期。

1. 為要確定一株植物究竟是孢子體或配子體，需要什麼證據？
2. 最幼小的葉子生在那裏？
3. 葉子在尚未完全發育之前，呈何形狀？
4. 試將成熟的蕨類孢子體與苔類的孢子體作一比較

，如何？答案中包括這二種植物的復什程度，壽命長短，以及營養方法等。

現在，觀察其葉的上表面和下表面，注意有些葉上具有褐色小點和條狀的構造，將這些褐色物刮下少許，放在載玻片上以顯微鏡檢視之，所見到的小而有柄的構造是孢子囊（圖 20-10），注意有成排的厚壁細胞從孢子囊的頂部橫過而達其背部。有些孢子囊當操作時可能已經破裂而將孢子散布在載玻片上，另一些孢子則仍存留在孢子囊中。5. 苔類孢子體的那一部分，其機能與蕨類的孢子囊相似。

觀察顯示蕨類莖部橫切面的示範玻片，找出其維管束組織（vascular tissue），維管束在莖中，可能呈現“C”形或環形排列，組織中有些細胞是中空而厚壁者，乃木質部（xylem）的細胞，根部所吸收的水和無機物質就經過木質部的細胞而輸送到葉部。

與木質部相連的是韌皮部（phloem），包括許多薄壁細胞，形或圍繞木質部的一層，木質部是維管束中將葉部製出的溶解性食物運至身體各部的構造。

6. 此類運輸組織，在構造上與機能上，如和開花植物的運輸組織作一比較，結果如何？

第二部 配子體

試取蕨的配子體植物，放在玻璃片上，以解剖顯微鏡觀察之。細察其下表面。配子體是配子散布於潮溼地面後萌發而成的。7. 它具有何種吸水的構造？8. 在其他那一些植物上，你會看到這類構造？除了吸水器官以外，蕨的生殖器官亦生在下表面（圖 20-11），為要觀察生殖器官，需要使用顯微鏡的低倍鏡。

雄性生殖器官呈半球形，通常發育在雌性生殖器

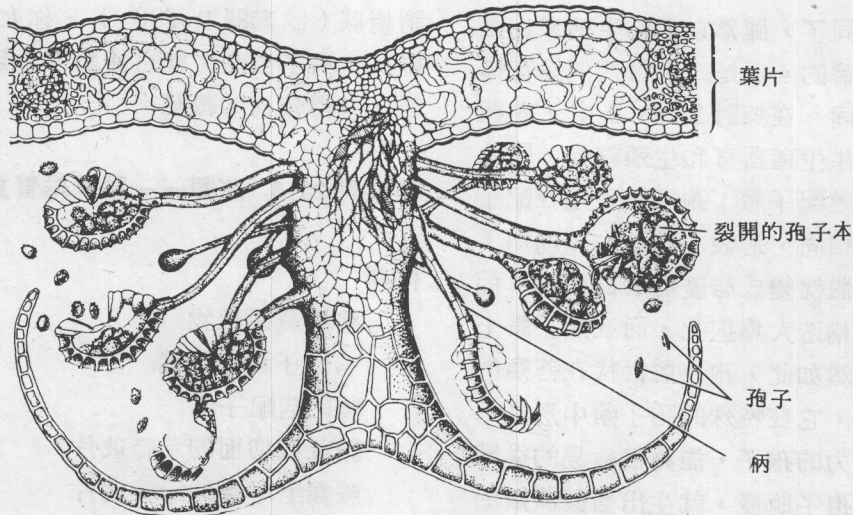


圖 20-10 蕨葉的橫切面示孢子本



圖 20-11 蟻眼所見之蕨類配子體，其實際的寬度只有數公厘，圖中所示為其下表面，你可以看到根狀的假根，但是，生長在此一表面的雄性和雌性生殖器官，並未看到。

官之前，在配子體邊緣的地方就可以找到雄性生殖器官。將一個雄性生殖器官，放在潔淨載玻片上的水滴中壓碎之，試在水中找出精細胞，它們是非常微小的。9. 根據你對精細胞的觀察，你認為它們是怎樣到達卵細胞的？10. 與藻類和苔類之情況作一比較，結果如何？

雌性生殖器官為瓶狀構造，基部膨大部分深埋於配子體組織中，頸部則突出表面之上。膨大的基部含有一卵。如果在新鮮植物體上沒有找到雌性生殖器官，可以觀察示範玻片，卵是在雌性生殖器官中受精的。11. 世代交替的過程中，從受精卵起始的是那一個世代？12. 它是單套抑雙套？13. 蕨的生活史中，那一世代較居優勢？14. 那一個世代執行光合作用？15. 蕨類的配子體雖然具有維管束組織，它

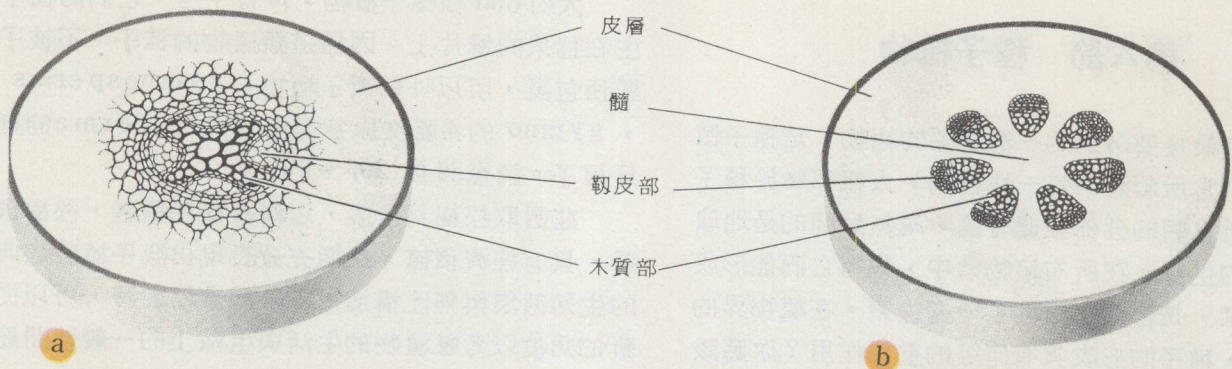
通常却仍不生長在乾燥的環境，原因何在？ 16. 在樹林中能夠很容易的找到蕨的配子體嗎？ 17. 解釋之。 18. 試與苔類配子體比較其取食方法。壽命長短，和機能？ 19. 蕨類的配子體是單套抑雙套？

維管束組織在陸生植物中的重要性

在開花植物中所討論過的木質部與韌皮部（圖 20-12），是除了苔蘚類之外，其他所有的陸生綠色植物都具備的構造。回憶一下這些組織具有二種機能——即傳導與支持。木質部主要由死的細胞所組成，細胞壁上具有細孔，以利水分之快速運動，運動的

方向通常是由根而上，而達於葉部；木質部的死細胞，胞壁通常都有加厚，用以支持植物露出地面的部份。

韌皮部組織包含有活細胞和死細胞，活細胞司葉部光合作用所製造的可溶性食物之運輸，其運輸方向是自上而下，朝著莖、根運輸而貯存之；至於韌皮部死亡的厚壁細胞，亦有協助支持的作用。試按以下思路予以推想，維管束組織為一項迅速的運輸系統，使各種物質在植物體內各處運行，是否就因為這項主要的原因，使得具有木質部和韌皮部的陸生植物長的特別高大，而一些缺乏此類運輸組織的植物就不能如此？



(a) 維管束組織在根中的原始型排列。

(b) 維管束組織在莖中的進步型排列。

圖 20-12 維管束植物中維管束的排列。(a) 大多數維管束植物的根和比較原始的維管束植物的莖和枝，具有一個木質部的中心柱，韌皮部圍繞於其外圍。(b) 比較高等的維管束植物，通常具有中央髓部，它的周圍是環形的維管束組織（常分散為束狀）。



a



b



c

圖 20-13 二種現生原始維管束植物的代表。(a) 石松（*Lycopodium* 屬），(b)、(c) 木賊（*Equisetum* 屬）。石松的鱗狀小葉在枝上呈放射形排列，枝頂蠟燭狀的構造為其毬果。木賊亦具會放射排列的枝與葉，圖中所示的三條木賊的枝，左方者生有輪狀的光合小枝，右方的二條，頂部都有毬果，而輪生的鱗葉則緊密的排列在毬果較遠的下方。