

## 觀察入微的子籽探索

文·圖／邱少婷

### 摘要

植物生命的奧妙從一個細胞開始，簡單如配子、接合子、孢子，發育成了孢子體、配子體。一般植物的孢子體行減數分裂產生孢子，孢子發育成配子體，再產生配子，兩個配子結合後即接合子，繼續發育成孢子體。在生命延續的過程中，即使適應了陸域環境的種子植物，雖演化出多樣的配子體和孢子體的形態，卻依然保持著這一代接一代的世代交替。對自然的顯微觀察（包括對各類子籽微觀世界的探索），可借助尺度更精微的工具來擴展視野。如探索光果蘇鐵和松子等裸子植物的種子特色，以及孢子、種子的各型特化來了解被子植物的多樣的繁殖構造。花粉、花粉粒、種子植物（裸子植物+被子植物），讓植物不需靠水來傳粉，又具有多層保護幼胚的組織，均是其適應陸域環境的優勢。

關鍵詞：微距觀察、顯微拍照、配子、孢子、種子

生命從一個細胞開始，以植物的演化來說從水中的游動孢子開始，由同型演化到大小不同的異形細胞結合，形成接合子長成新個體，這樣的子子代代不斷地更替。即使適應了陸域環境的種子植物，在植物生命延續的過程中，不論配子體和孢子體的形態多樣，依然保持著這一代接一代的世代交替。因此要深入了解植物生命，不僅要對俊美的外型觀察入微，更要對各種子籽詳盡的探索。人類對微觀世界的好奇，就是借助尺度更精微的工具來擴展視野。

## 尺度更精微的顯微觀察與微觀世界

大自然的微妙無時無刻地展現，放大鏡、微距鏡、顯微鏡……是由低倍轉換至高倍率的不同尺度，隨著顯微觀察尺度的提升，美麗的微觀世界成爲垂手可得。

由於光學原理已臻成熟，以往各式精密但笨重的顯微鏡，隨著資訊科技發展、材料科學的設計應用和公民實驗能力的擴張，製作和擁有輕便實用的科學儀器不再是遙不可及。運用光學的原理，以直射穿透光、斜射光、落射光、偏振光、螢光等來觀測物件，讓專業的顯微觀察人人可行，而且可以從小培養，使人類探索自然的視野越加精湛。

科學的進展包括利用新的測量方法，探索和觀測持續演變中的大自然，例如：使用手機拍攝功能觀測和記錄自然現象（圖 1），特別是觀測那些與自然共存的各種生命體，探索其微觀構造和生生不息的歷程。

植物生命的奧妙從一個細胞開始，簡單如配子、接合子、孢子，發育成了孢子體、配子體。一般植物的孢子體行減數分裂而產生孢子，孢子發育成配子體，再產生配子，兩個配子結合後即接合子，然後繼續發育成孢子體。陸域植物中苔蘚的配子體和孢子體在微距放大下即可觀察。

## 苔蘚的配子體和孢子體

植物界由綠藻演化而來，依演化的先後，可分苔蘚植物、蕨類植物、裸子植物和被子植物。植物登陸須適應離水的生活方式，從水中綠藻開始（圖 2），演變到葉狀體匍匐貼近水源。苔蘚中的錢蘚類植物表面，爲防止失水，又仍需爲光合作用的氣體交換開個通氣口(air pore)，因此在朝天的表面形成規律的點狀的洞洞（圖 3）。通氣口的細胞構造很簡單，尙未演化成可以開閉自如的保衛細胞，無法調節氣體進出量，故不適合被稱爲氣孔，容易與具保衛細胞的氣孔(stoma)混淆。

蘚類的繁殖方式，有一種是葉狀體的擴張營養生長。先長出芽杯(gemma

cup)，內有芽孢(gemma)，當芽孢被水滴沖出杯外或流落到適當的地方，就可以行無性繁殖而成新的個體。另一方式是進行有性繁殖，葉狀體先長出配子體枝(gematophore)，分別是雄配子體枝(圖4)和雌配子體枝(圖5)，雌雄外觀可由裂緣來辨識，分別為深內凹刻或波浪狀。藏精器深埋在雄配子體枝，釋放精子的開口朝天。而藏卵器在雌配子體枝位在朝地近軸處。雌雄偏向不同，當雨水滴落雄配子體枝，可將精子由傘面順著軸沖流到葉狀體和地面，溼答答的薄水層可供精子游向雌配子體枝的藏卵器，而藏卵器的頸口朝地，精子可順勢由下往上游向卵。

藏精器內的精子游到藏卵器與卵結合後，發育成孢子體，連結到雌配子體枝，其足和柄均深藏不露，僅觀察得到孢蒴(圖6)是孢子囊，成熟的外觀像露出的褐黑色珍珠。孢子由孢蒴溢出，落在適合萌發的環境，就長成新的葉狀體。

### 松子與蘭花的種子

相對於苔蘚植物以產生孢子、雌配子體、雄配子體……等形體，完成生命的歷程。維管束植物中的蕨類是靠孢子繁殖，屬於孢子植物，在其釋放孢子後，微小的孢子仍需落到有足夠水分的環境，才能萌發，長成新的生命個體。

維管束植物包含蕨類植物、裸子植物及被子植物三大類。裸子植物及被子植物均以種子繁殖，屬於種子植物。種子植物的孢子不需要外界環境的水，而可以在空中傳粉。種子植物保住水分的繁殖構造是胚珠(ovule)，胚珠是以層層的組織圍繞保護著卵的構造，花粉粒必須落在珠孔，才能生長出花粉管，送精子與卵結合，發育成胚。周圍的組織也會繼續發育，形成保護的種皮構造，可提供幼胚的營養，這個可以傳播的新生命體就是種子。

種子植物中的裸子植物的蘇鐵類(圖7)，胚珠著生在繁殖葉上，授粉和受精由小長大成種子的過程展露無遺，因胚珠和種子沒有子房或果實的包覆，為裸露種子的生命體。供食用的松樹種子，去除種皮後，米白色的營養組織就是提供胚發育成長的重要構造。

種子植物傳粉、受精、胚珠發育成種子的過程中，以雄孢子或花粉粒抵達胚珠的開口(珠孔)，以便與傳粉者共同演化的方式最為特殊，例如：蘭花的雄蕊和雌蕊合成「蕊柱」，成對的花藥則特化成「花粉塊」，暗藏在蕊柱的頂部(圖8)，傳粉者進出採蜜時，其通關任務就是黏貼上花粉塊，然後到下一朵花時，將花粉塊傳遞到蕊柱上柱頭。

花粉=孢子，花粉粒=雄配子體，胚囊=雌配子體，胚=接合子發育成幼小的

孢子體，種子即以種皮和營養組織包覆著幼胚的構造，讓植物的傳播具有更適應陸域環境的優勢。

開花植物（種子植物）的種實具有豐富養分，以支援繁殖時的營養需求，也成為其他生物的重要食物。世界上最大的種子為海椰子，最小的種子在蘭科，其中風蘭種子又小又輕，不含提供胚成長的養分支援，其種子是由一層細胞的種皮和胚構成(圖 9)。極少數的特殊植物種子，可在手機顯微鏡下透過直射穿透光來觀察，也可運用斜射光方式，形成類暗視野而顯現出來（圖 10）。

以上的近距離和放大高倍率觀察，已經不是研究人員的專利了，民眾只要學會運用隨身攜帶的手機或平板，搭配設計精良的輕便研究型手機顯微鏡，就可觀察入微，目睹精微尺度的粒子、孢子、花粉粒、種籽、蟲子，變身成為能深度探索的科學家！

### 參考文獻

江宏仁，2014 年 5 月 11 日。大人的實驗科學：用手機顯微鏡變身書桌科學家  
<https://pansci.asia/archives/59728>。

手機顯微鏡/手機光譜儀，2016 年 5 月。科學MAKER社群參展。

[http://scimage-tw.blogspot.tw/;](http://scimage-tw.blogspot.tw/)

<http://scimage-tw.blogspot.tw/2016/05/maker-maker-faire-taipei-57-58.html>

Scimage 手機顯微鏡，2016 年 3 月 11 日建立公開社團。社群

<https://www.facebook.com/groups/571073709717955/>

手機微距攝影與生態觀察，2017 年 12 月 20 日建立公開社團。社群

光學顯微鏡，2016 年版。維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E5%AD%A6%E6%98%BE%E5%BE%AE%E9%95%9C>



圖 1. 以手機顯微鏡觀察記錄

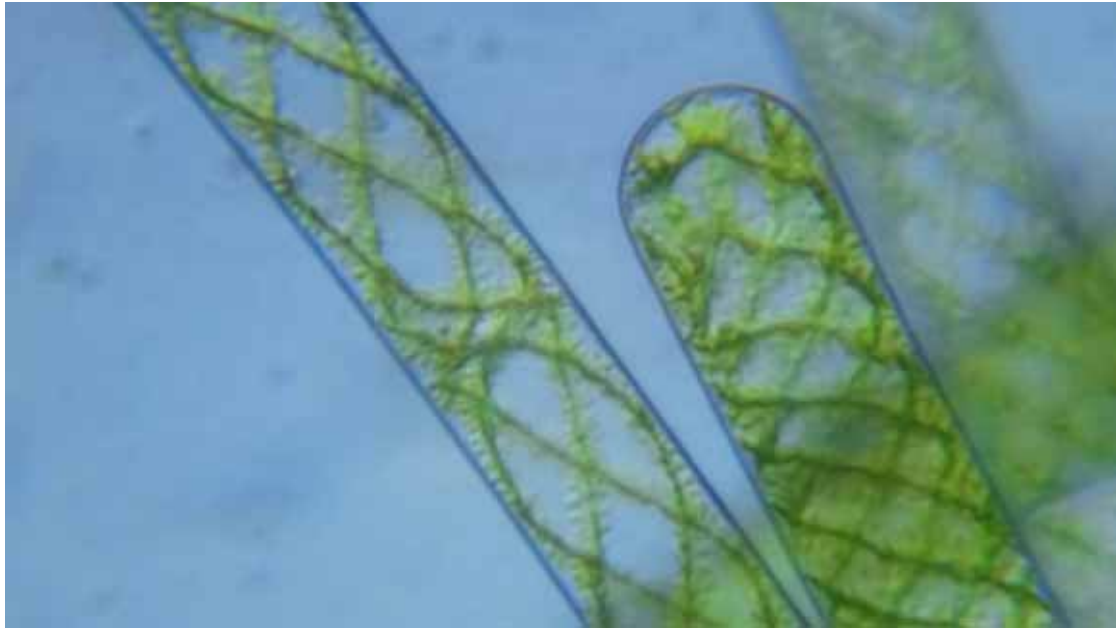


圖 2. 水綿(*Spirogyra*)-絲狀綠藻。



圖 3. 地錢(*Marchantia*)-葉狀體上的通氣口和芽杯。



圖 4. 地錢的雄配子體枝



圖 5. 地錢的雌配子體枝



圖 6. 地錢的孢蒴

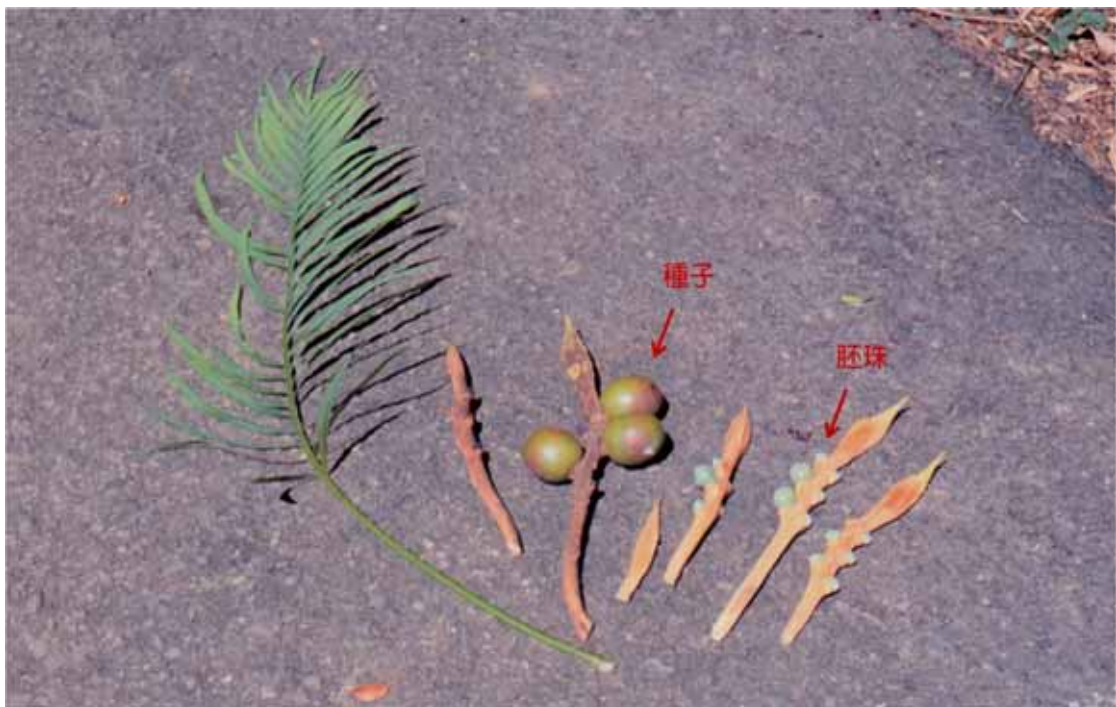


圖 7. 光果蘇鐵的胚珠和種子

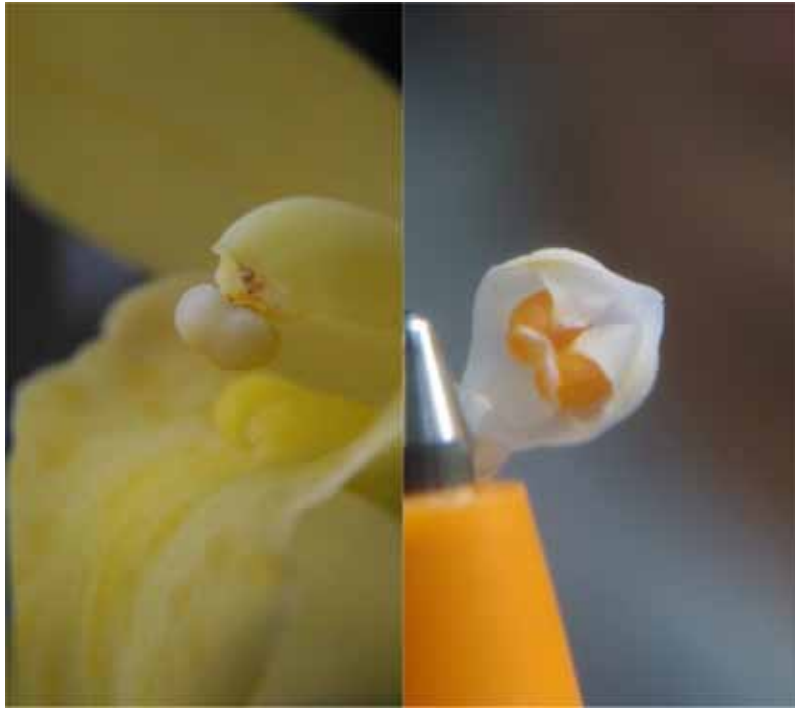


圖 8. 蘭花的花粉塊



圖 9. 風蘭的種子



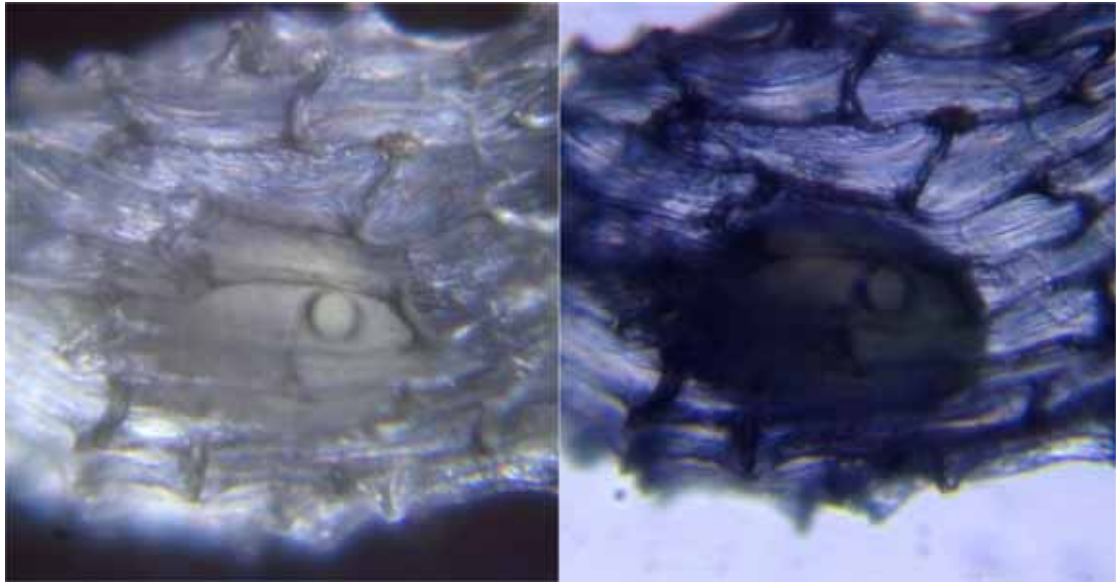


圖 10. 風蘭種子內的胚，左:斜射光的暗視野效果，右:直射穿透光的觀察。