

本土植物教學模式物種 一**水蕨**

文/黃曜謀、蔡心怡、高資棟、柯佳妏

看看台灣原生蕨類「水蕨」,具有那些獨特之處可以化身成為本土植物教學模式物種,配合新研發之培養套組,成為認識植物奧妙世界的引子。

蕨類的生活史特性

地球上的生物藉由生殖而繁衍下一代,從精卵結合產生新的胚胎,到胚胎長大發育成熟再產生新的精卵,每一個新生命都必須經歷許多重要的生命階段,才能夠再次進行繁衍。在生物學上,這段從一個生命的開始到產生下一個新生命的過程被稱為生命週期(life cycle)。相較於人類及大多數動物長大成熟後即產生精卵的簡

單生命週期,成熟的植物體會先產生單細胞的孢子(在開花植物中稱為花粉母細胞及胚囊母細胞),並由孢子發育成的多細胞的配子體(在開花植物中稱為花粉粒及胚囊)產生精子與卵子以進行繁衍。植物的生命週期雖然較人類及許多動物複雜,卻較部分藻類、真菌或寄生蟲簡單,且同樣一套的生命週期幾乎可以一體適用於所有的植物,因此相當適合做為認識生命週期多樣性的入門教材。

科學話題

在進行推廣教育時,我們希望植物生 活史的每一個階段都能被直接觀察。綜觀 現生的植物類群,種子植物的配子體寄生 於孢子體內,蘚苔植物(包含蘚類、苔類 與角蘚類)的孢子體寄生於配子體上,用 於介紹世代交替皆無法直接觀察;相對 的,蕨類植物(包含石松類與蕨類)的孢 子體世代與配子體世代皆獨立生存,既能 夠直接觀察,又適合進行其他的操作實 驗,比如:探索光線強度、配子體密度及 礦物養分對配子體性狀表現的影響,是最 嫡合用於植物生命史之推廣教育的分類群。

森棚教官的

蕨類的模式物種

被廣泛研究以致其生物現象被深入了 解的物種,被稱為「模式物種」,模式物 種都有生命週期短、個體小且容易培養操 作等生物特性。蕨類的模式生物是理查水 蕨(Ceratopteris richardii),它那三個月即 可完成整個配子體世代/孢子體世代生活 史,除供學術研究外,也廣受教學實驗上 的青睞,目前已有商品化販售。台灣並無 原生的理查水蕨,而有另一近緣種一水蕨 (*Ceratopteris thalictroides*)。根據實驗室 栽培觀察,台灣原生水蕨從孢子播撒、發 芽、產生配子體、完成受精作用、孢子體 產生直至孢子成熟,完成整個生活史時間 約3~4個月,深具成為本土教學實驗題 材的潛力。

台灣本土植物一水蕨

水蕨屬名 Ceratopteris 中, Cerato-為 「角狀的」、-pteris 為「蕨」,指其孢子葉葉 緣反捲成角狀;種小名 thalictroides 則指其 植株像開花植物「唐松草屬(Thalictrum)」 的形態。如同許多水生植物,葉片的形態 隨發育階段及環境之不同變化多端,而被 廣泛應用在水族箱中當觀賞水草(圖1)。 水蕨會利用葉片上的不定芽進行無性繁 殖,這些不定芽呈顆粒狀著生在羽片腋及 裂片凹缺處,當不定芽打破休眠時開始長 根、抽葉發育成另一新的植株(圖2),



圖 1. 水族缸中搖曳生姿的水蕨



圖 2. 葉片上的不定芽抽葉長根

台灣早年農夫耕田時,水牛一邊拉犁,一 邊啃食水蕨充飢,水蕨葉子碎片便從牙縫 掉出,帶有不定芽的葉子碎片隨著農田的 水,漂啊漂到處繁衍,形成稻田中處處有 水蕨滋生的景象。

如同絕大多數蕨類,水蕨可透過孢子 進行有性繁殖,有性生殖從孢子葉形成開 始,孢子囊群藏在孢子葉反捲的裂片裡, 夏秋季時孢子囊成熟,孢子葉片掀開,孢 子囊們彈射出大量的孢子,由於水蕨孢子 體積較其它蕨類來得大,難以藉由風力進 行長距離散播,多落在原有植株周圍,孢 子一旦遇到適宜環境便開始發芽,形成配 子體,水蕨的配子體偏好陸生,而孢子體 則偏好水生,所以在水位有高低起伏變化 的濕地較容易發現水蕨的蹤影。但隨著農

藥大量使用及福壽螺入侵危害,台灣目前 僅局部低海拔地區濕地可見。東南亞有些 國家將水蕨作為蔬菜食用,口感爽脆但略 有苦味,台灣數量稀少,野外看到就已是 幸運更遑論拿來食用。

水蕨的生活史

晚夏至初秋之際,水蕨之孢子葉由綠 轉淡褐色,孢子達成熟階段,可採收整片 孢子葉夾放在鋪有白紙的報紙內,放於室 內經2~3天自然乾燥後,即可收到孢子, 新鮮孢子發芽情形最好,若沒有馬上要播 撒孢子,須冷藏保存(3~4℃)以維護孢 子活力,從孢子開始培養為起點,各生活 週期發生時間如下:



本土植物教學模式物種—水蕨 **Science Study Monthly** 61



▶圖 8. 幼苗長出來囉



研發培養套組

為便利國內各級學校對於植物生活史 與蕨類植物之教學,林業試驗所蕨類研究 團隊在科技部及民間企業基金會的贊助 下,研發一簡易且便宜的蕨類培養套週的 野選水蕨為栽培對象,讓學生在每週的實 驗課中,皆能觀察到不同的配子體發育陷 段配合適當的培養條件,能達成以下 體成熟、第3週配子體內胚胎隆起、第4 週幼孢子體形成、第14週長成具孢子葉之 成熟植株。除認識植物的生活史之外, 大 、繁殖到死亡是生命教育中重要的一 部分,也是九年一貫教育課綱的分段能力 指標中所不斷強調的,觀察一種植物的外 觀、生長、生態至生理、繁殖(科學與技 術認知一認識動物、植物);從利用五官觀 察、計數、測量、儀器使用、提出問題至 學習科學方法(科學與技術認知一認知層 次);從觀察、比較、分類到組織關聯、歸 納判斷並表達整個發育過程(過程技能), 水蕨都提供了比綠豆發芽更完整且豐富的 內涵,適用在各個不同階段的學習上。以 植物形態的層次來說,於國中小階段可以 認識植物的細胞、組織(主題 140)、營 養構造(主題141)、與繁殖構造(主題 310);於高中階段可以觀察植物細胞形態 及構造(基礎生物主題 1-5、生物主題 1-5) 與營養器官的解剖構造,特別是對水生植

62 本土植物教學模式物種一水蕨 Science Study Monthly 63

科學研習 MAR 2017 No.56-03

物的觀察(基礎生物主題 4-1、生物主題 3-3),並且實習顯微鏡與組織觀察技術; 於大學階段則可認識蕨類生命週期各階段 的形態與解剖構造。

水蕨有幾項特色,特別適合應用於教育上。首先,其配子體為獨立生存,細胞層數少,特別適合顯微鏡觀察,可應用於植物細胞與生殖器官之觀察,且不需繁複的處理或昂貴的永久玻片。其次,水蕨可為陸生或水生,因此會產生挺水葉、沉水

葉與孢子葉三種形態的葉片,適合比較這 些葉片的形態、生長模式、解剖構造與功 能。第三,水蕨除有性生殖外,亦可藉由 葉上產生的不定芽進行無性繁殖,適合用 於植物繁殖之教學。

本培養套組每組成本約50元,不僅價格便宜且一般環境下即可培養。相較於國外教學用培養組(單價在台幣600元以上)需要在無菌環境下操作,本培養套組更有利於教學之使用。

材料準備:培養套組元件(圖10)包含:

- 1. 培養杯—以市售 700cc 塑膠透明飲料杯(開口內徑 8.5cm、高 15cm) 當套組中的培養杯。
- 2. 培養基座—以市售壓克力布丁杯為培養基座(開口外徑 8.6cm、高 4.2cm),培養基座與培養杯需能夠完全密合扣住,避免培養過程中水分快速散失導致配子體或幼苗枯萎死亡(註:水蕨配子體需在高濕度的環境中生長),或避免培養套組拿取時基座脱落導致實驗中止。
- 3. 培養土包一以蛭石:珍珠石:泥炭土=2:1:2 體積比混合而成,再裝入透明封口袋中,單包培養土體積約為培養含基座容量9成(100 ml)。
- 4. 孢子懸浮液滴瓶—以市售眼藥瓶(約3cc)製作孢子懸浮液。
- 5. 噴水瓶—以市售噴水瓶(25cc)噴水濕潤土壤。
- 6. 培養杯蓋—利用市售 700cc 塑膠透明飲料杯蓋。
- 7. 操作説明書一份。

操作步驟: 示範教學影片 (見https://www.youtube.com/watch?v=2 mG1OCtU6Y)



- 1. 掀開蓋子,取出培養基座、培養土包、孢子懸浮液滴瓶和噴水瓶。
- 2. 將培養土包打開倒出全部培養土至培養基座裡,並左右輕微搖晃以整平培養土。
- 3. 噴水瓶裝自來水至九分滿,全數均匀噴灑至培養土。
- 4. 水蕨孢子 1 g 倒入 500 cc 自來水中搖晃均勻後,倒入眼藥瓶 (約 3cc),構成孢子懸浮液滴瓶。
- 5. 孢子懸浮液滴瓶搖晃 10 下後,均匀滴播於培養土表面。
- 6. 置於室內光線柔和之環境培養,切忌直射光。



圖 10. 水蕨培養套組元件及完成樣品

- 7. 孢子滴播後每三天使用噴水瓶噴灑培養盒蓋至表面呈霧狀
- 8. 待幼孢子體出現後,需將之移到另一新的培養套組中,並補充適當的肥料,促其繼續成長。

蕨類培養套組教學進度表

參考各生活史發生時間,帶領學生填寫下表觀察日誌:

植物觀察日誌			
組別:	觀察物種:	記錄人	頁數
週次:	日期:	班級:	
		座號:	
		姓名:	
影像紀錄 將顯微鏡下看到的影像繪圖或拍攝照片貼上		文字説明 針對影像紀錄説明此次觀察的重點	

科學話題

展望未來教學新方向

看似平凡的「水蕨」,由於孢子體積 小、數量多、採集容易,加上有獨立的配 子體,特別適用於族群生物學與生殖生物 學的控制實驗,過去以蕨類配子體為題的 研究,在各級科展中屢屢獲獎。水蕨的幾 項特色,特別適合應用於教育上,包括:

- 1. 配子體為獨立生存,細胞層數少,特別 適合顯微鏡觀察,可應用於植物細胞與 生殖器官之觀察,且不需繁複的處理或 昂貴的永久玻片。
- 2. 可為陸生或水生,因此會產生挺水葉、 沉水葉與孢子葉三種形態的葉片, 適合 比較這些葉片的形態、生長模式、解剖 構造與功能。
- 3. 除有性生殖外,亦可藉由葉上產生的不 定芽進行無性繁殖,適用於植物繁殖之 教學。
- 4. 配子體的性別易受促精素的影響,生長 較快之配子體容易為雌性, 並釋放促精 素使周圍的配子體發育為雄性。
- 5. 材料取得容易,大多人工濕地或校園水 生池多有栽培。
- 6. 完整生活史約三個月,一學期內可以操 作完畢。
- 7. 實驗套組僅約50元,減輕家長經濟負擔。
- 8. 台灣原生植物,實驗結束作為學校或家 庭綠化盆栽,無溢出破壞環境生態危險。 大多數人對蕨類的第一印象都是電影

「侏儸紀公園」內高大的樹蕨,其實台灣的 蕨類多樣性及特有種數目令國外學者羨慕 不已,相較於歐洲大陸有400多種蕨類,

台灣小小腹地就有700多種可供觀察,擁 有蕨類研究的獨特天然條件。期望現職教 師開發更多 DIY 教學模組,讓學生由做中 學,引起研究蕨類興趣,進一步探究植物 世界的奧秘,成為未來保育尖兵。

延伸閱讀

科技大觀園,黃曜謀一蕨類王國的「蕨」地 武士https://scitechvista.nat.gov.tw/zh-tw/ feature/c/0/18/10/1/1407.htm

筆筒樹「諾亞方舟」保種復育計畫 http:// www.wistron-foundation.org.tw/#/ecology/nature care//Cyathea Lepifera/

黃曜謀

農業委員會林業試驗所約聘研究員 蔡心怡

新北市福營國民中學教師

高資棟

美國杜克大學博士班研究生

柯佳妏

農業委員會林業試驗所研究助理