

蕨類植物的無性繁殖

森林生物組◎陳俊銘、黃耀謀、邱文良

蕨類植物是一群具有維管束但不開花結果的植物，其常為植物社會組成的重要元素，它們可以藉由有性生殖及無性生殖產生後代。有性生殖是由孢子發芽長成配子體開始，而後經配子體上的精卵結合長出新的孢子體(即一般常見的蕨類植物體)；而無性生殖則是指蕨類植物利用身上的器官重新發育長出新的小植株。

植物的有性繁殖可以增加基因的多樣性，而無性繁殖則可以維持特性的延續。蕨類植物的孢子體可透過各式各樣的營養器官，如不定芽(bulbils)、塊莖(tubers)、托葉(stipules)……等部位進行無性繁殖，其方法有分株繁殖、不定芽繁殖、托葉繁殖、塊莖繁殖、組織培養……等。

本文略述這些不同的無性繁殖方法，以作為參考。

一、分株繁殖

蕨類植物的根莖主要可以分為匍匐型及直立型。匍匐型的蕨類植物如：伏石蕨(*Lemmaphullum microphullum*)、杯狀蓋骨碎補(*Davallia griffithiana*)、耳羽紫柄蕨(*Pseudophegopteris aurita*)、田字草(*Masilea minuta*)、卷柏屬(*Selaginella*)及石松屬(*Lycopodium*)……等，其根莖不斷向四處延伸；直立型的蕨類植物如：筆筒樹(*Cyathea lepifera*)、瘤足蕨(*Plagiogyria rankanensis*)、高士佛三叉蕨(*Tectaria kusukusensis*)、對生蹄蓋蕨(*Athyrium oppositipinnum*)、假桫欏(*Blechnum fraseri*)……等。其根莖直立或斜生，葉叢生於莖上，很少會自主莖上產生側芽。

根莖直立型的蕨類植物可將老葉去除後，將莖縱切成2-8塊，每塊各帶數片葉片及根團，栽培於溫室中，例如：台灣山蘇花(*Asplenium nidus*)利用此法約5個月即可長出小植株(圖一)。也有些直立型的蕨類可以用植株橫切的方式分株：將植株頂端帶2-3片葉子橫切下後，栽植於培養介質中，待其重新長出新根即為一獨立之植株，而原來的母株會再長出新的側芽，繼續生長。直立型的蕨類分株繁殖較少使用此法，因為植株本身不易產生側芽及容易因為頂芽受傷而使植株死亡。匍匐型的蕨類植物繁殖可進行切割分株，每一分株取約5-8cm莖段栽植於排水良好的介質中，保持高度空氣溼度，如此可以長出新芽及新根，並形成新的植株。匍匐型蕨類繁殖常見於商業大量繁殖，如藍地柏(圖二)。

有些蕨類植物如腎蕨(*Nephrolepis auriculata*)會長出匍匐莖(stolon)(圖三)。匍匐莖是沿著地面生長的莖，莖上有節，在節上長有根及向上生長的芽體。匍匐莖的繁殖類似匍匐型的根莖，可以切取一段已經長出數片葉子的匍匐莖，然後栽植於培



圖一 山蘇花的無性繁殖(攝於花蓮農業改良場)



圖二 藍地柏(卷柏屬)的商業大量繁殖

養介質中，成活後即為一獨立之植株。

一些樹蕨類、*Dicksonia squarrosa*及*Dicksonia youngiae*…等會自莖上長出側芽。據報導可以將以具數片葉子的側芽切下後種植，放置在陰涼處，保持高溼度，促使長出新根，即可得一分株。台灣的鬼桫欏(*Cyathea podophylla*)也有側芽，但是否可以用同樣的方法繁殖，仍待觀察探討。

另一種可以確保得到存活的植株分割法是先經過壓條手續。壓條繁殖技術最常運用在不易扦插發根的植物，一些可運用壓條繁殖技術的蕨類如：海金沙(*Lygodium japonicum*)、小葉海金沙(*Lygodium microphyllum*)……等。以海金沙為例，以濕潤水苔將海金沙葉軸羽軸交接處包裹起來，再以塑膠袋套住，綁住袋子上下兩端，以防水分散失，等根系長滿時即可切離母株，獨立栽培繁殖；或者直接將一段植物體壓入介質中，待其生根重新生長，再切離母株，也可以得到一個獨立的分株。



圖三 腎蕨的匍匐莖

二、不定芽繁殖

許多蕨類植物會從葉上長出不定芽，不定芽可分為休眠芽(Dormant bulbils)及非休眠芽(Active bulbils)。休眠芽平時在葉上並不會長出根及葉片，直到碰觸到適合的生長環境為止，例如海金沙(圖四)；而非休眠芽在母株葉片上即會開始發育，例如鱗柄鐵角蕨(*Asplenium laciniatum*)(圖五)。另外，依據不定芽出現位置的不同，我們



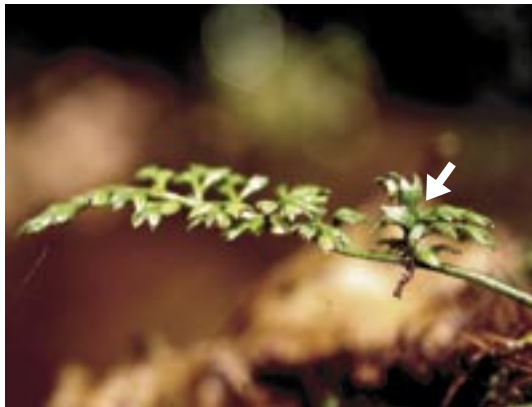
圖四 海金沙的休眠芽



圖五 鱗柄鐵角蕨的非休眠芽



圖六 生芽鐵角蕨位於葉片頂端的不定芽



圖七 姬鐵角蕨的不定芽位於葉片中軸



圖八 東方狗脊蕨的不定芽全面著生於葉上

將它分為頂芽型、葉軸著生型、及全面著生型。頂芽型的蕨類植物如鞭葉鐵線蕨(*Adiantum caudatum*)、尾葉實蕨(*Bolbitis heteroclita*)、生芽鐵角蕨(*Asplenium normale*) (圖六)……等；葉軸著生型如稀子蕨(*Monachosorum henryi*)、傅氏三叉蕨(*Tectaria fauriei*)、姬鐵角蕨(*Asplenium capillipes*) (圖七)……等；全面著生型如東方狗脊蕨(*Woodwardia prolifera*) (圖八)。

一些擬蕨類植物如萬年松(*Selaginella tama-*

riscina)、密葉卷柏(*Selaginella involvens*) (圖九)、銳葉石松(*Lycopodium fargesii*)在溼度極高的環境，可自莖上誘導長出不定芽。而短柄卵果蕨(*Phegopteris decursive-pinnata*)、瓶爾小草屬(*Ophioglossum*) (圖十)、過溝菜蕨(*Diplazium esculentum*)、*Asplenium auritum*及一些鹿角蕨屬(*Platycterium*)的蕨類植物，則會自根上長出根芽。另外也有一些蕨類植物如：對開蕨(*Asplenium scolopendrium*)、*Thelypteris limbosperma*、*Athyrium filix-*



圖九 密葉卷柏在高濕度的環境下長出許多不定芽



圖十 瓶爾小草由根長出的無性繁殖系

*femina*及*Polystichum setiferum*…等則可以用葉柄栽培誘導長出不定芽。

利用不定芽繁殖時可將具2-3片葉子的不定芽切取下來栽培，頂芽型的蕨類植物可將葉片下拉，將不定芽固定在地面上，待不定芽發育至可獨立存活的階段時，即可切離母株，單獨種植。不定芽生長在葉子下表面的蕨類如傅氏三叉蕨(圖十一)，繁殖時宜將下表面朝上放置，如此可促使不定芽快速生長。

三、托葉繁殖

托葉繁殖法適用於觀音座蓮屬(*Angiopteris*)及觀音座蓮屬(*Marattia*)的繁殖。其做法是剝取觀音座蓮的托葉，洗淨陰乾，讓傷口稍微癒合之後，栽植於乾淨保濕排水介質，約6-12個月每個托葉即可長出1-2個小植株。

四、球莖繁殖

腎蕨會長出球莖(圖十二)，球莖同時具有儲藏養分及無性繁殖的功能。繁殖時只需將球莖置於濕潤的介質上，即可發育成小植株。然而，腎蕨類植物的人工繁殖方式大多用分株繁殖，以球莖繁殖則較為少見。

五、組織培養

組織栽培的技術可以由極少量的細胞組織繁殖出大量的個體，其栽培繁殖是在無菌，人工控制溫度、光照、養分條件下進行，許多的蕨類商業品種已經使用此種方法達到大量繁殖的目的，以供應市場需求。

一種蕨類可能不只有單一種的無性繁殖方式，例如腎蕨即可以利用分株、匍匐莖、球莖…等多種方式來作無性繁殖。具有多樣性的繁殖能力的蕨類植物可以比其它植物更具高競爭能力，在短時間內



圖十一 傅氏三叉蕨不定芽位於葉片下表面



圖十二 腎蕨的球莖長出小植株

快速拓展族群量，佔據整個棲地的資源，讓它持續的存活下去。

隨著蕨類植物園藝觀賞、藥用及食用價值逐漸被開發出來，其重要性也日益增加。無性繁殖既可保存個體的優良性狀又可在短時間內獲得大量植株，滿足人類對蕨類資源的需求。所以，善用蕨類植物的無性繁殖技術可以有效降低野外族群被過度濫採的壓力，以達資源永續利用。♻️

【延伸閱讀】

1. David L. Jones. 1987. Encyclopaedia of ferns- An Introduction to Ferns, their Structure, Biology, Economic Importance, Cultivation and Propagation, TIMBER PRESS.
2. Barbaba Joe Hoshizaki and Robbin C. Moran. 2001. Fern Grower's Manual. TIMBER PRESS.
3. 林仲剛。1996。台灣蕨類植物的認識與園藝應用。國立自然科學博物館。
4. 邵莉楣等。1994。觀賞蕨類的栽培與用途。金盾出版社。
5. 黃明得、江瑞拱、陳進分。1999。蕨類植物種源收集及應用研討會專輯。台東區農業改良場。

濱海稀有植物『海南草海桐』之調查及區外保育

中埔研究中心◎何坤益、張怡萱、王志斌

海南草海桐(*Scaevola hainanensis* Hance)為草海桐科(Goodeniaceae)草海桐屬的植物，草海桐科植物全世界大約有10屬400餘種，台灣有1屬2種。其中草海桐(*S. sericea*)分布全島海岸是常見的濱海植物；至於海南草海桐又名姬草海桐，為多年生匍匐性肉質灌木，單葉叢生枝頂端，花兩性，單生粉紅色後轉白色。唇形花冠5裂，蒴果略肉質。分佈範圍含括中南半島、海南島及台灣。

台灣地區最先由早田文藏於嘉義地區發現，分布地區則有嘉義東石、台南將軍一帶，林業試驗所中埔研究中心自1999年起，執行「西部濱海地區濕地植物之繁殖及區外保育」計畫，就其生育環境

概況展開調查，在原紀錄之澎湖及嘉義東石並未發現其族群，可能已遭開發破壞，目前僅存將軍溪口一隅，且因干擾等環境壓力大（墓地），隨時有滅絕之可能性。因此，根據「台灣稀有及瀕危植物之分布及彩色圖鑑（Ⅲ）」之物種保育等級評估，列為嚴重瀕臨滅絕（Critically Endangered）植物。

由Zietkiewicz 等人（1994）所發展出的簡單





變異還是集中在個體之間。水溝間的歸群分析結果其遺傳距離很小，甚至出現兩樣區相同的情況。另由主座標分析的立體空間分佈水溝間皆集中一起，彼此間的差異非常的小。遺傳多樣性分析顯示基因流傳值偏高（Nm為2.4），其基因流傳的作用已可使族群遺傳均質化，同時遺傳分化係數為0.172 低於一般多年生草本植物

的0.213，及繁殖方式為有性無性兼具的植物之0.213（Hamrick and Godt 1989），造成這種結果很可能是多型性條帶過少及族群退縮之影響，或因族群拓殖多以無性繁殖致樣本來自同源族群。

序列重複分子指紋技術（ISSR），因具有不易受到環境影響，能直接反映出生物體遺傳的差異等優點，因此，已被廣泛利用在植物的品系鑑定、親緣關係等研究，本研究應用ISSR研究其遺傳歧異度與分化情形。共使用了125個引子，卻僅得到4個具多型性引子及所擴大之6個清晰條帶，此結果與稀有或瀕臨滅絕的植物通常會具有較低的遺傳變異有關，而低的遺傳變異可能是因為瓶頸效應（bottleneck effect）以及遺傳漂變（genetic drift）所導致。

綜合以上的結果，雖然顯示海南草海桐的基因流順暢，並未因為溝渠而有所阻隔，推測其在將軍地區的生育地，很可能是當初由鳥類或船隻等所攜來的少數起源所繁衍，而少數的起源會形成創始者效應（founder effect），所以總體上來說，雖然個體間的交流並無阻隔，但是在台灣並無其他的族群能與其交流，時間一久，經過近親交配（inbreeding）與遺傳漂變的作用，其變異程度將會下降，且一些有害的隱性基因出現機率也會增加，若經瓶頸效應的影響更可能會固定化（fixation），進而影響整個海南草海桐的族群繁衍。

本種植物為多年生匍匐性肉質藤本，蔓生於將軍溪口6條彼此相通之水溝間，因困難於分株而以每隔5m採取一樣本，全面進行共採集50個樣本，經由分子變方分析結果顯示未受到溝渠分流阻隔的影響而在遺傳上有所分化，大部分的遺傳

根據實地觀察其全年皆可開花結果，而以秋、冬季較多，但是並未發現天然更新的小苗，故其族群的拓殖可能是依靠匍匐莖發根來行無性繁殖，近親交配會增加同型合子（homozygosity）的發生，降低小族群的遺傳變異，而數量小的族群歷經長期的近交衰退（inbreeding depression），將導致有害的隱性基因固定，可能會降低其生產力及活力，甚至使種子夭折或不稔。進行扦插繁殖試驗，也發現除冬季發根較遲外，本種扦插繁殖並不困難，在不同季節扦插與發根介質間並無差異。而在其生育地上並未發現天然更新的小苗，是否是因為其種子的活力降低，或是已經不稔有待進一步的調查。

就目前情況看來，因為生育地的狹隘，一旦生育地被破壞，海南草海桐將會在台灣消失，故海南草海桐的保育策略較傾向多做區外保育，如推



廣於海岸的護堤植物及景觀地被植物等。本研究已將所收集樣株栽植於本中心四湖工作站溼地植物保育區，利用現存之水澤溼地，按其生態習性配植其中，目前生長良好。由於海南草海桐在台灣的分佈僅有一處，無法與其他族群作比較，建議未來能持續探討與其他國家之海南草海桐族群，做更進一步的調查分析以更確立海南草海桐未來的保育策略。



林業試驗所恆春研究中心之 國際種子交換

恆春研究中心◎張勵婉、郭紀凡、王相華

林業試驗所恆春研究中心成立於西元1906年，自日治時代便逐漸建立起恆春熱帶植物標本園之名號，1961年正式躋身於世界植物園名錄之列。而自1963年開始收到來自世界各單位之種子交換目錄，但本中心受限於當時之人力及經費，僅偶爾索取少量之國外種子作為育苗試驗用途，並未自行編印種子目錄寄送往來國家單位。1994年在潘富俊分所長的積極策畫下，開始進行種子目錄的編印及種子交換工作。但交換進行之初僅限於小規模作業，原因是來往單位較少，交流管道尚未完整建構之故。然隨著交換資料與口碑之建立，交流互惠之單位明顯增加許多，至今已有90餘國及500多個單位與我們建立起種子交換的合作關係。

1999-2002年國際種子交換成果

本文第一作者於2001年開始承辦本中心之林木種子交換工作，有鑒於早期該業務過程並無資料建置，或有資料紀錄卻難臻完整，茲將近二期種子交換目錄（INDEX SEMINUM 1999-2000 & 2001-2002）之執行資料加以統計整理；並以各國所寄送之種子目錄為基礎，建立完整之國際種子交換資料庫，這些基本資料之彙整及交換資料的建構，除有利於國際種子交換業務外，對於本中心所轄恆春熱帶植物園之植栽種源的蒐集及培育將有相當大之助益。

本中心所編印之種子交換目錄（INDEX SEMINUM）每二年出版一次，內容首頁闡明恆春半島在世界上之地理位置，以及近三十年來之溫度及雨量等氣象資料，後續為本中心所提供交換之種子名錄。各個種類均會標明其生活型態（T：

	A	B	C	D	E	F	G	H
	編號	國家	洲別	機構名稱	郵遞區號	地址	聯絡人E-Mail	網址
14	CZ05	Czech	Europe	Botanická zahrada Hortus Botanicus Scholae agriculturae	390 01	390 01 Tábor	bot-garden@sez.tabo	http://www.sez.tabor.cz/botgarden
15	IT07	Italy	Europe	Orto Botanico Hanbury Università Degli Studi di Genova	16136	Genova	botgarden@uni	http://www.bioingie.uni-ulm.de/botgarden/
16	GM32	Germany	Europe	Botanischer Garten	72076	Tübingen	botgarden@uni-tuebin	http://botgarden.uni-tuebingen.de
17	GM24	Germany	Europe	Botanischer Garten	60638	Menzinger	botgarden@botanik.biolog	http://www.uni-amuenchen.de/~NatSam
18	GM53	Germany	Europe	Botanischer Garten	89069	D-89069 Ulm	botgart@uni-ulm.de	http://biologie.uni-ulm.de/garten/ind

圖一、國際種子交換交流單位檢索資料庫

Tree；指喬木。S：Shrub；指灌木。V：Vine；指藤本。H：Herb；指草本。）及地理分布特性（N：Native；指台灣本地產之原生種。E：Endemic；指台灣特有種。@：Naturalization；指外來馴化種。C：Cultivated；指栽培種。）表一為1999-2002年共兩期種子目錄交換成果統計，可知在取得總所育林組之交換地址資料增加寄送交換單位後，來函索取種子單位、種子種類及份數方面皆有所增加。各個單位來函索取種子份數平均約為3.9份（1999-2000）與3.4份（2001-2002），表二僅列出此兩期種子目錄中索取次數大於4次之種類，由此結果可發現索取種子喜好中以台灣之原生種及特有種居多，而具經濟價值之栽培種香水樹之喜好程度亦高。

國際種子交換資料庫之建立

將各交流單位之基本資料以Microsoft Excel軟體輸入建構，每一個單位先給予個別之簡易編號後，接著於各欄位輸入該單位之各項基本資料，包括洲別、國家別、地址、機構名稱、郵遞區號、國際交換種子採集後之處理



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		2002-2003							
2									
3	編號	科名	中文名	存放單位編號	存放單位編號	存放單位編號	存放單位編號	存放單位編號	存放
4	1	Acanthaceae	爵床科						
5	2	Aceraceae	槭樹科	HO10	JP01		PT08		GM2
6	3	Acroceae							
7	4	Acrostichaceae	鴨跖科						
8	5	Actinidiaceae	彌猴桃科						
9	6	Adiantaceae	蕨類科				BU01		GM2
10	7	Adoxaceae							
11	8	Agapanthaceae							
12	9	Agavaceae	龍舌蘭科	HO10			BU01	PT08	
13	10	Aizoaceae	番杏科				BU01		GM2
14	11	Alangiaceae	八角獨科						
15	12	Alonaceae					BU01		
16	13	Alismaceae	澤瀉科					US46	
17	14	Alliaceae							GM2
18	15	Alstroberiaceae							GM2
19	16	Alstroemeriacae							
20	10	存放檢索/交換檢索/Sheet3		HO10	JP01			PT08	GM2

圖二、國際交換種子存放檢索資料庫

網址、聯絡人之電子信箱等資料（如圖一），建立「國際種子交換交流單位檢索資料庫」。另將各單位寄送來之種子目錄內容依照科別做分類，於縱欄輸入每個單位寄送種子目錄上提供交換之植物科別，橫欄為各交換單位之編碼（如圖二），建立

「國際交換種子存放檢索資料庫」。利用此各單位所提供交換種子之科別所建立之資料庫，可針對各科別做快速統計及查詢，對植物園區展示植栽的資料蒐集及培育有相當大的助益。

國際交換種子分裝與寄送



國際交換種子之儲藏



表一、1999-2002年二期種子目錄內容、寄送及來索取種子種類及份數交換之比較

種子目錄期別	寄送國家 單位數目	索取種子 單位數目	種子目錄內容	索取種子	索取種子份數
1999-2000	40國228單位	52單位	70科167種	49科95種	202份
2001-2002	92國525單位	64單位	68科172種	52科123種	216份

未來展望

本中心之國際種子交換業務除可供展示植栽蒐集、引種育苗或特定研究工作外，更是與各國際合作單位相互交流互惠的管道，在交換的過程當中除定期收到國際各單位種子目錄外，也常可得知各單位的最新動態、研討會發表通知及研究報告成果

等，此亦為與國際單位交流聯絡之最佳方式。本所目前國際種子交換工作分別由生物組、育林組及恆春研究中心執行。總所育林組與生物組已於2001年將國際種子交換業務作一整合，目前由生物組負責，提供索取的種子主要為育林組林木種子庫蒐集自本島各地的野生林木種子。而本中心主要提供恆春半島熱帶地區之種子，因這些多屬異儲型之大

表二、1999-2002年各單位來函所索取種子總次數大於4份之種子組資料

索取次數	種 類	中文名	地理分布特性	索取年份
6	<i>Phoenix hanceana</i> Naudin var. <i>formosana</i> Beccari	臺灣海棗	特有種	1999-2000
6	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. f. & Thoms.	香水樹	栽培種	2001-2002
5	<i>Musa formosana</i> (Warb.) Hayata	臺灣芭蕉	特有種	1999-2000
5	<i>Diospyros discolor</i> Willd.	毛柿	原生種	2001-2002
4	<i>Arenga engleri</i> Beccari	山棕	原生種	1999-2000
4	<i>Medinilla formosana</i> Hayata	臺灣野牡丹藤	特有種	1999-2000
4	<i>Liriope spicata</i> Lour.	麥門冬	原生種	1999-2000
4	<i>Alpinia speciosa</i> (Windl.) K. Schum.	月桃	原生種	1999-2000
4	<i>Trichosanthes quinquangulata</i> A. Gray.	蘭嶼括樓	特有種	2001-2002
4	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	土沉香	原生種	2001-2002
4	<i>Michelia formosana</i> (Kaneh.) Masam.	烏心石	原生種	2001-2002
4	<i>Hibiscus taiwanensis</i> Hu	山芙蓉	原生種	2001-2002
4	<i>Koelreuteria henryi</i> Dummer	臺灣樂樹	原生種	2001-2002
4	<i>Flagellaria indica</i> L.	印度鞭藤	原生種	2001-2002

粒種子，不耐低溫久存，故其交換處理作業，將因不同果熟期依各單位需求，於採收後最短時間內寄出，以保存種子最佳生命力。

近年來許多國家在種子交換業務方面之整合多有進步，如西班牙及葡萄牙之植物聯盟Iberian-Macaronesian Association of Botanic Garden整合兩國境內14個進行種子交換的單位，聯合寄送種子目錄為例，但其索取交換種子之寄送仍由不同單位分別執行。此外，由於際網網路發展傳遞訊息的快速與便捷，已有許多單位都以電子郵件寄送種子交換目錄，或將其公布於該單位網站上，以利使用者快速查詢及管理之資料更新，故應加強資源整

合及善用網路科技成為資源交流之最佳模式。依上述觀點，本中心與總所之國際種子交換業務是否應朝向整合邁進？再者是否應將各單位之國際種子交換目錄整合後公布於所內網站，亦可以電子郵件方式寄送等。它山之石，可以攻錯，或許其他國家單位之作業模式，將是值得我方借鏡的。

多年來林試所在國際種子交換業務上已建立良好之聲譽，而恆春半島則因保有南台灣熱帶地區許多原生、特有之植物種原，所以身為地球村的一員，我們堅信種原的蒐集與提供種子交流是必要的工作，更可以此對植物種質及基因的區外保育盡一隅之心力。☉

各國際單位種子交換目錄

